

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Uso de Melaza como Suplemento en el Cultivo de *Lilium* cv Arcachon

Por:

ÁLVARO ROMERO CASTILLO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Octubre 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Uso de Melaza como Suplemento en el Cultivo de *Lilium* cv Archachon

Por:

ÁLVARO ROMERO CASTILLO

TESIS

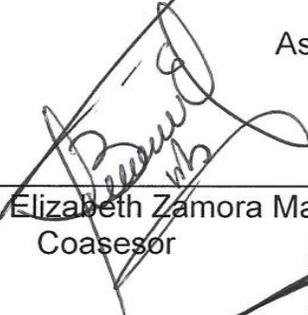
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría

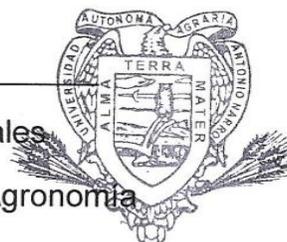

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Asesor Principal


M. C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez
Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México.

Octubre 2015

DEDICATORIA

A mi madre, **Antonia Castillo Santamaría**. Ha sido mi primer amor, te quiero mucho mamita linda. Gracias por todo el apoyo incondicional que me has dado, sin ti nada habría sido posible.

A mi padre, **Gumaro Romero Méndez**. Gracias por permitirme salir a realizar mis sueños. Estoy seguro que te sientes orgulloso de mí. Gracias papá.

A mi hermanita, **Gema Romero Castillo**. Porque sin su apoyo económico tal vez habría truncado mis estudios profesionales.

A mi hermano, **Adán Romero Castillo**. Gracias por brindarme tu apoyo económico y moral. Estoy seguro que seré recíproco hacia la familia que has formado.

A mi hermano, **Emmanuel Romero Castillo**. Recuerdo los días de trabajo en San Juan Tianguismanalco. Te convertiste en todo un master de la empresa. Te quiero mucho hermanito.

A mis hermanos queridos: **Imelda Romero Castillo** y **Victoriano Romero Castillo**. Gracias por su apoyo y los regalos que me han enviado. Al igual que con Adán, seré retributivo con sus familias.

A mi esposa, **Feli Martínez Cruz**. Gracias por apoyarme en mis proyectos. Juntos hacemos la sinergia perfecta. Te amo

A Don **Pánfilo Chante Martínez**. Haber trabajado con usted ha sido de gran utilidad. Le agradezco por habernos compartido su experiencia en la producción de flores de corte. Es usted una persona a quien admiro mucho por su actitud y su trabajo.

A mis amigos: **Iván Bautista** (Chilango), **Gustavo Palestino** (Pale), **Omar Cordero** (Mampo), **Abraham Cordero** (Mampillo), **Francisco Santis** (Santis), **Floriberto Cervantez**, **Bruno Cruz**, **Dorian Ortiz**, **Laura Heredia**, **Marcos Rivera**, **Eduardo Santiago** (lalo)... y mis amigos caninos “**Bomfi**” y “**Mampi dog †**”.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por esta oportunidad única e irrepetible.

A la **UAAAN** por tantas cosas buenas que me dio, por cobijarme durante cuatro años, por prepararme para una vida laboral, que cada vez demanda mayor calidad de ingenieros agrónomos.

Al Dr. **Leobardo Bañuelos Herrera** por brindarme sus conocimientos y ser mi mentor en la producción de ornamentales y nutrición vegetal.

Al Dr. **Manuel de la Rosa Ibarra** por haberme aceptado como oyente, en dos de sus asignaturas impartidas, Fisiología Vegetal y Taller de Investigación II. Sus cátedras han sido de gran utilidad en mi carrera y han motivado mi interés por la investigación.

Al MC **Inocente Mata Beltrán** por sus valiosas enseñanzas sobre diseños experimentales y estructura de documentos científicos. Gracias por inculcarnos la ética en la ciencia.

Al Ing. **Raúl Obvester García Prince** por sus preciadas clases de química y bioquímica, que me ayudaron a comprender los procesos fisiológicos de las plantas. Gracias por los cimientos de mi labor profesional.

A Don **Rodolfo Aguirre Salas** por brindarme su amistad, sus conocimientos y su apoyo durante mi servicio social y realización del experimento de tesis. Gracias a usted pude practicar lo aprendido en clases.

A mis entrenadores, M. C. **José Luis García de la Fuente** e Ing. **José Rodríguez Cabrera “Profe Pira”**. Gracias por sus entrenamientos y eventos deportivos a los que participamos. Me hicieron experimentar sensaciones inigualables.

A mis amigos de la pista. **Eduardo Curiel** (Lalo) ☺ , **Elizabeth Viveros** ☺ , **Dévany Iracheta** ☺, **Elizabeth Nopala** ☺, **Leydi Recinos** ☺ y el doctor **Ricardo Esparza Cárdenas** ☺ de medicina deportiva.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar distintas dosis de fertilizante y melaza, aplicados a diferentes frecuencias de fertirriego en *Lilium* cv. Arcachon. El experimento se realizó en el invernadero dos del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, campus Saltillo, en el periodo del 9 de mayo de 2013 al 10 de agosto del mismo año. El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con arreglo factorial AxBxC con cuatro niveles en el factor A, ppm de fertilizante en el fertirriego: 0, 100, 200 y 400 ppm; tres niveles en el factor B, frecuencia de aplicación de fertirriego por semana: 1, 2 y 3 aplicaciones; cuatro niveles en el factor dosis de melaza: 0, 4, 8 y 16 L·ha⁻¹. La combinación de los factores produjo 48 tratamientos y se utilizaron 3 repeticiones para cada uno. Las variables evaluadas fueron: longitud y diámetro de tallo, número de botones, largo y ancho de botón, número de hojas, número de hojas secas y ancho y largo de hojas. Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico SAS versión 9.1.3 y se realizó la prueba de Tukey con $p \leq 0.01$ para todas las variables. Los resultados muestran que aplicaciones de 200 ppm de fertilizante en el fertirriego, 2 veces por semana, con o sin melaza mejoran la altura de *Lilium* cv Arcachon hasta por 6.06 cm. El diámetro de tallo se vio reducido en los niveles altos de los tres factores: 84% menos diámetro cuando se aplicaron 400 ppm de fertilizante que cuando no se aplicó fertilizante; 62 % menos diámetro cuando los fertirriegos se aplicaron 3 veces por semana que cuando se aplicó 1 vez por semana y 81 % menos diámetro cuando se aplicaron 16 L·ha⁻¹ de melaza que cuando no se aplicó melaza. Los botones florales no sufrieron efecto significativo en ninguno de los tratamientos en cantidad ni en diámetro, pero si en su longitud; los tratamientos sin fertilizante fueron 0.36 cm a 0.54 cm más chicos que los tratamientos fertilizados, la frecuencia de fertirriego y la dosis de melaza no influyeron sobre ésta variable. La aplicación de fertilizante a 400 ppm ayudó a conservar más tiempo el número de hojas en un 40 % comparado con el testigo sin fertilizante, la frecuencia de fertirriego y la aplicación de melaza no tuvieron diferencia significativa para esta variable. *Lilium* cv Arcachon responde favorablemente a fertirriegos con baja concentración de fertilizante y baja frecuencia de aplicación, esto debido muy probablemente, a que gran parte de los nutrimentos que utiliza provienen del su bulbo. La melaza no provocó efectos significativos en las variables evaluadas, sería conveniente experimentar con dosis más altas que las utilizadas en este experimento, aprovechando las virtudes de ser una sustancia compleja y barata.

PALABRAS CLAVE: frecuencia, fertirriego, melaza, *Lilium* spp.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- Objetivo general.....	2
1.2.- Objetivos específicos.....	3
1.3.- Hipótesis.....	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.- Floricultura.....	4
2.2.- Flores de plantas bulbosas.....	5
2.3.- Clasificación taxonómica de <i>Lilium</i> spp.....	6
2.4.- Descripción botánica de <i>Lilium</i> spp.....	6
2.4.1.- Bulbo.....	6
2.4.2.- Raíz.....	6
2.4.3.- Tallo.....	7
2.4.4.- Hoja.....	7
2.4.5.- Flor.....	7
2.4.6.- Fruto.....	7
2.5.- Cultivo de <i>Lilium</i> spp.....	7
2.5.1.- Exigencias climáticas y edáficas.....	8
2.5.1.1.- Luz.....	8
2.5.1.2.- Temperatura.....	8
2.5.1.3.- Humedad Relativa.....	9
2.5.1.4.- Dióxido de carbono.....	9
2.5.1.5.- Suelo.....	9
2.5.2.- Formas de cultivo.....	9
2.5.2.1.- Cultivo en camas.....	9
2.5.2.2.- Cultivo en cajas.....	10
2.5.2.3.- Cultivo en macetas.....	10

2.5.3.- Nutrición del cultivo de <i>Lilium</i> spp.	10
2.6.- Algunos métodos de fertilización.....	13
2.6.1.- Partes por millón en el agua de riego.....	13
2.6.2.- Fertilización basada en etapas fenológicas.....	14
2.6.3.- Fertilización directa al suelo en $\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mes}^{-1}$..	14
2.7.- Uso de productos ricos en carbohidratos.....	14
2.7.1.- Melaza.....	14
2.8.- Experimentación con fuentes ricas en carbohidratos.....	16
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1- Cálculo de la fórmula de fertilización.	19
3.1.2.- Fertilizantes.....	21
3.2.- Preparación de soluciones madre... ..	21
3.4.- Preparación de la solución final.....	23
3.5.- Melaza.....	23
3.5.4.- Preparación de solución madre melaza.....	23
3.5.5.- Preparación de solución final con melaza.....	24
3.6.- Diseño experimental.... ..	24
3.7.- Factores evaluados.....	25
3.7.1.- Factor A: Partes por millón de fertilizante aplicados.....	25
3.7.2.- Factor B: Frecuencia de fertirriegos por semana.....	25
3.7.3.- Factor C: Dosis de melaza por hectárea.....	25
3.8.- Descripción de los tratamientos.....	26
3.9.- Variables evaluadas.....	27
3.9.1.- Longitud de vara (LV).....	27
3.9.2.- Diámetro de tallo (DT).....	27
3.9.3.- Número de botones (NB).....	28
3.9.4.- Longitud de botón (LB).....	28
3.9.5.- Diámetro de botón (DB).....	28
3.9.6.- Número de hojas por planta (NH).....	28
3.9.7.- Número de hojas secas por planta (NHS).....	28
3.9.8.- Ancho de hoja (AH).....	28
3.9.9.- Largo de hoja (LH).....	28

3.10.- Cronograma de actividades.....	29
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1.- Longitud de vara.....	30
4.2.- Diámetro de tallo.....	34
4.3.- Número de botones.....	37
4.4.- Longitud de botón.....	39
4.5.- Diámetro de botón.....	42
4.6.- Número de hojas por planta.....	44
4.7.- Número de hojas secas por planta.....	48
4.8.- Ancho de hojas.....	50
4.9.- Largo de hojas.....	53
V.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	57
VI.- LITERATURA CITADA.....	58
VII.- APÉNDICE.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
2. 1	Descripción botánica de <i>Lilium</i> spp. Centro internacional de flores de bulbo.....	13
3.1	Forma en la que se establecieron los bulbos en las bolsas, cuidando que estos quedaran plantados a una profundidad de 12 a 15 cm.....	24
3.2	Soluciones madre en recipientes color ámbar para evitar la fotooxidación. Concentradas 100 veces, para sacar 10 cm ³ por cada solución madre y preparar 450 cm ³ de solución final.....	27
3.3	Solución madre melaza en recipiente color ámbar, concentrada 100 veces para sacarle 10 cm ³ por vez.....	29
3.4	Establecimiento del experimento con 48 tratamientos y tres repeticiones cada uno.....	33
4.1	Longitud de vara de <i>Lilium</i> cv Arcachon, ante una fertilización con distintas dosis de fertilizante (factor A).....	36
4.2	Longitud de vara de <i>Lilium</i> cv Arcachon, ante fertirriegos con distintas frecuencias de aplicación (factor B).....	38
4.3	Longitud de vara de <i>Lilium</i> cv Arcachon, ante la aplicación de distintas dosis de melaza en el fertirriego (factor C).....	39
4.4	Longitud de vara de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante fertilizaciones con distintas dosis de fertilizante (factor A); frecuencias de aplicación (factor B); y dosis de melaza (factor C).....	39
4.5	Diámetro de tallo de <i>Lilium</i> cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintas dosis de fertilizante (factor A).....	41
4.6	Diámetro de tallo de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante fertilizaciones con distintas frecuencias de aplicación (factor B).....	41
4.7	Diámetro de tallo de <i>Lilium</i> cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintas dosis de melaza (factor C).....	42

4.8	Diámetro de tallo de <i>Lilium</i> cv Arcachon, ante fertilizaciones con distinta dosis de fertilizante (factor A); frecuencias de aplicación (factor B); y dosis de melaza (factor C).....	42
4.9	Número de botones de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante fertirriegos con distintas concentraciones de fertilizante (factor A).....	44
4.10	Número de botones de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante fertirriegos con distintas frecuencias de aplicación (factor B).....	45
4.11	Número de botones de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante fertirriegos complementados con distintas dosis de melaza (factor C).....	45
4.12	Número de botones de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante fertilizaciones con distintas dosis de fertilizante (factor A); frecuencias de aplicación (factor B) y dosis de melaza (factor C).....	46
4.13	Longitud de botón de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante distintas concentraciones de fertilización (factor A).....	47
4.14	Longitud de botón floral de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la variación de frecuencias de aplicación de fertirriego (factor B)	47
4.15	Longitud de botón de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de melaza a distintas dosis por hectárea (factor C).....	48
4.16	Longitud de botón de <i>Lilium</i> cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintas dosis de fertilizante (factor A); frecuencias de aplicación (factor B) y dosis de melaza (factor C).....	48
4.17	Diámetro de botón de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante fertilizaciones con distintas dosis (factor A).....	49
4.18	Diámetro de botón de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante distintas frecuencias de aplicación de fertirriegos (factor B).....	50
4.19	Diámetro de botón de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de melaza en distintas dosis (factor C).....	50
4.20	Diámetro de botón de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de fertirriegos con distintas concentraciones de fertilizante (factor A); distintas frecuencias de aplicación (factor B) y aporte de melaza en distintas dosis (factor C).....	51

4.21	Número de hojas por planta de <i>Lilium</i> cv Archchon, ante la aplicación de fertirriegos con distintas concentraciones de fertilizante (factor A).....	52
4.22	Número de hojas por planta de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante distintas frecuencias de aplicación de fertirriegos (factor B)...	53
4.23	Número de hojas por planta de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de melaza en el fertirriego (factor C).....	53
4.24	Número de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante distintas frecuencias de fertirriego (factor B) y concentración de fertilizante (factor A).....	54
4.25	Número de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de fertirriegos con distinta concentración de fertilizante (factor A); distinta frecuencia de aplicación (factor B) y aporte de melaza en distintas dosis (factor C).....	54
4.26	Número de hojas secas por planta, en <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de fertirriegos con distinta concentración de fertilizante (factor A).....	55
4.27	Número de hojas secas por planta en <i>Lilium</i> cv Arcachon, ante la variación de frecuencia de aplicación de fertirriegos (factor B).....	56
4.28	Número de hojas secas por planta en <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de melaza (factor C).....	56
4.29	Número de hojas secas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante fertirriegos con distintas concentraciones de fertilizante (factor A) y distintas frecuencias de aplicación (factor B).....	57
4.30	Ancho de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la fertilización con distintas concentraciones de fertilizante (factor A).....	58
4.31	Ancho de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la variación de frecuencias de aplicación de fertilizante (factor A) y melaza (factor C).....	58
4.32	Ancho de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de melaza (factor C).....	59
4.33	Ancho de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de fertirriegos con distinta concentración (factor A); distinta	59

	frecuencia de aplicación (factor B) y aporte de tres dosis de melaza (factor C).....	
4.34	Longitud de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante fertirriegos con distinta concentración de fertilizante (factor A).....	60
4.35	Longitud de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la variación de frecuencias de fertirriego (factor B).....	61
4.36	Longitud de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de melaza en el fertirriego (factor C).....	61
4.37	Longitud de hojas de <i>Lilium</i> cv Arcachon ante la aplicación de fertirriegos con distinta concentración (factor A); distinta frecuencia de aplicación (factor B) y aplicación complementaria de melaza (factor C).....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
2.1	Composición de la melaza de caña de azúcar (Tellez, 2004)	25
2.1	(continuación del cuadro 2.1) Composición de la melaza de caña de azúcar (Tellez, 2004).....	26
3.1	Datos empleados para el cálculo de la fórmula y niveles de elementos mayores, reportados por el análisis de suelo.....	30
3.2	Operaciones y determinación de la fórmula de fertilización manejada.....	31
3.3	Fertilizantes utilizados, cantidades para satisfacer la fórmula redondeada y sus porcentajes de participación.....	31
3.4	Preparación de las soluciones madre de un litro, concentradas cien veces, para sacar 10 cm ³ por cada solución madre y preparar un litro de solución final.....	32
3.5	Preparación de la solución fertilizante.....	33
3.6	Cantidad de melaza a utilizar para las distintas dosis por hectárea.....	34
3.7	Descripción de cada uno de los tratamientos utilizados en el experimento.....	36
3.8	Cronograma de actividades.....	39
4.1	Cuadros medios de las nueve variables evaluadas y su correspondiente significancia estadística, de acuerdo a los diferentes factores evaluados y sus interacciones.....	41
A.1	Análisis de varianza de la variable altura de planta.....	65
A.2	Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo.....	65
A.3	Análisis de varianza de la variable número de botones.....	66
A.4	Análisis de varianza de la variable longitud de botón.....	67
A.5	Análisis de varianza de la variable diámetro de botón.....	67
A.6	Análisis de varianza de la variable número de hojas.....	67

A.7	Análisis de varianza de la variable número de hojas secas....	68
A.8	Análisis de varianza de la variable ancho de hojas.....	68
A.9	Análisis de varianza de la variable largo de hojas.....	69

I.- INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Lilium* spp se ha extendido en México y en el mundo en estos últimos años, encontrándose como una alternativa más, junto a los principales cultivos que se usan para flor de corte. El amplio surtido de variedades, con una extensa gama de colores, la facilidad en la apertura de la flor y su duración en el florero le dan a esta flor un gran poder competitivo, además de que son muy utilizadas para la confección de ramos, floreros en el hogar y también para jardines. El principal productor de *Lilium* spp en el mundo es Holanda con alrededor de 3,500 ha que son destinados principalmente para la producción de bulbos. Son también productores importantes Estados Unidos, Japón y Francia (Herrerros, 1983).

En cuanto a la producción para flor cortada, existen 20 has en Holanda y más de 80 has en Francia e Italia. Los principales proveedores de *Lilium* spp de la Unión Europea son: Israel, Kenia y Colombia; siendo el *Lilium* spp la flor más exportada durante el año 2001. Las producciones exportables de Colombia y Costa Rica se han orientado hacia especies más caras y de mejor calidad, siendo el *Lilium* spp una de las más cotizadas. La velocidad de expansión de este cultivo está condicionada por el precio de los bulbos. Este precio, en general, se puede considerar alto, lo que constituye un freno al incremento de la superficie cultivada. A pesar del condicionamiento anterior, la gran aceptación por el público de esta flor y su buena cotización en los mercados, la ha llevado a que en los últimos 10 años se haya triplicado su superficie de cultivo.

El cultivo de *Lilium* spp como flor de corte es relativamente nuevo en México, los datos registrados en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) comenzaron a aparecer a partir del 2002 con un con una

producción nacional de 200 mil toneladas; cifra que ha ido aumentando con el paso del tiempo hasta superar las 600 mil toneladas en el 2013 (SIAP 2002-2014). Los estados con mayor producción de *Lilium* spp son: el Estado de México, Puebla, Morelos, Michoacán y Jalisco. Su comercialización se realiza en paquetes de diez tallos, con precios que van desde los \$20 hasta los \$200 dependiendo la época del año (FICEDA, 2013)

La fertilización como parte de la nutrición vegetal tiene como fin el lograr que la nutrición de la planta satisfaga las necesidades de su cultivo, se le considera como el factor de producción más importante después de la disponibilidad de agua y que junto con la temperatura y las propiedades fisicoquímicas del suelo son los factores primarios que determinan la producción de los cultivos (Rodríguez *et al.*, 1998). En *Lilium* spp los nutrientes del bulbo y las raíces son insuficientes para obtener flor de alta calidad comercial, lo que hace necesario el uso de programas de nutrición intensiva para lograr el objetivo (Arriaga, 2012), este cultivo no destaca por sus exigencias nutricionales, pero una fertilización apropiada es esencial para producir plantas de alta calidad. Sin embargo las recomendaciones de fertilización son limitadas y contradictorias en muchos de los casos (Ortega, 2006).

La nutrición juega un papel determinante para cumplir con el objetivo de producir flores de calidad organoléptica. Debido a que el vigor y la sanidad de los vegetales dependen en gran medida de su nutrición, se ha elaborado este trabajo que tiene el propósito de generar información sobre el comportamiento de *Lilium* spp ante el suplemento de la nutrición con melaza y manejados en fertirriegos a diferentes dosis y frecuencias. Si los resultados son favorables servirán como una herramienta más, para tomar decisiones en la elaboración de los programas de nutrición de esta especie.

1.1.- Objetivo general

Evaluar la respuesta en *Lilium cv Arcachon*, a la aplicación de fertilizante y melaza en distintas dosis y frecuencias, con la finalidad de obtener una recomendación de fertirriego.

1.2.- Objetivos específicos

1) Evaluar distintas concentraciones de fertilizante para encontrar la de mejor efecto.

2) Evaluar distintas frecuencias de fertirriego para ubicar la de mejor efecto.

3) Evaluar distintas concentraciones de melaza en el fertirriego para conocer cuál es la de mejor efecto.

4) Encontrar la mejor combinación entre melaza, concentración de fertilizante y frecuencia de fertirriego para formular un programa de fertirriego eficiente.

1.3.- Hipótesis

Al menos una combinación entre las dosis de melaza, dosis de fertilizante y frecuencia de fertirriego mejorará la calidad comercial de la flor *Lilium cv Arcachon*.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Floricultura

La floricultura es la disciplina de la Horticultura focalizada al cultivo de flores y plantas ornamentales para uso decorativo, cuyo objetivo es satisfacer los gustos del consumidor. Como en toda actividad comercial es importante el análisis de la oferta y demanda, para que esta actividad productiva sea rentable y sostenible.

Es importante conocer todo el desarrollo productivo, tecnológico, económico, comercial y social de las plantas ornamentales.

Los productores, comúnmente llamados floricultores, producen plantas en macetas que pueden ser usadas en el jardín, para uso por jardineros, paisajistas, decoradores de interiores etc. Las flores de corte y follaje se utilizan para la venta en florerías, centros comerciales, puestos callejeros o cementerios.

La floricultura es un tipo de producción que conlleva un uso intensivo de la superficie y de la mano de obra. Las producciones se desarrollan en su mayoría bajo invernadero, y donde el clima lo permite a campo abierto.

Existen numerosas clasificaciones para las especies florícolas que difieren en el criterio a tener en cuenta, si consideramos el valor del producto. El producto puede ser la planta entera, la flor, la hoja, el follaje, el fruto o el cultivo en si. A grandes rasgos esta clasificación contempla dos grandes grupos: flor o follaje de corte y plantas en macetas. Otras clasificaciones se basan en los requerimientos ecológicos y las características morfológicas, (anuales/bianuales, herbáceas, perenes, bulbosas y leñosas) y otras tienen en cuenta el tipo de producto. En la actualidad los mayores esfuerzos en la investigación están focalizados hacia mejoras genéticas de los cultivos y el desarrollo de nuevas tecnologías (Ávila *et al.*, 2013).

2.2.- Flores de plantas bulbosas

Las plantas bulbosas son especies perenes que han desarrollado órganos subterráneos de reserva que les permiten sobrevivir durante las estaciones desfavorables en estado de reposo y reiniciar el crecimiento cuando las condiciones ambientales vuelven a ser adecuadas. Una flor bulbosa es aquella que se cultiva a partir de éstos órganos de reserva, los cuales pueden clasificarse como: bulbos, cormos, raíces tuberosas o rizomas. Los bulbos de flor gozan de una vida activa que se puede alargar durante varios años.

A continuación, algunos ejemplos de flores bulbosas según el órgano de reserva del cual se cultivan:

Bulbos: tulipán y *Lilium*.

Cormos: gladiola

Raíces tuberosas: dalia

Rizomas: calas

Los bulbos de flor son muy versátiles, logrando flores en sitios y estaciones del año muy diferentes. Algunos ejemplos de especies bulbosas según la época de floración natural son:

Floración primaveral: *Narcissus* y *Tulipa*

Floración en verano: *Alstroemeria*, *Gladiolus*, *Lilium* y *Zantedeschia*.

Floración otoñal: *Colchicum*, *Cyclame*, *Nerine*, *Sternbergia*.

Floración invernal: algunas especies de los géneros *Galanthus*, *Crocus* y *Eranthis*.

La mayoría de estas plantas se comercializan en su estado de reposo vegetativo, es decir, en forma de bulbo, tubérculo, rizoma, etc., lo que facilita en gran parte el transporte y baja los costos. Sin embargo, este tipo de

comercialización obliga a confiar a ciegas en el producto obtenido en relación a la variedad, coloración y época de floración.

Internacionalmente, los Países Bajos son conocidos tanto por sus flores como también por la gran variedad y calidad de bulbos de flor. Más de 70% del comercio de bulbos en el mundo se realiza en los Países Bajos y la mayor subasta de flores y plantas se encuentra en Holanda. Entre los puntos clave para mantener su posición de liderazgo en el sector se encuentran la innovación, el control de la calidad, la mejora continua y los servicios (Cortes, 2014).

2.3.- Clasificación taxonómica de *Lilium* spp.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Liliales

Familia: Liliaceae

Género: *Lilium*

Especies: alrededor de 110 (Wikipedia, 2015)

2.4.- Descripción botánica de *Lilium* spp.

La especie es descrita por Bañón *et al.*, (1993) de la siguiente manera:

2.4.1.- Bulbo

Está formado por hojas modificadas en forma de escamas, desprovisto de túnica, su circunferencia puede llegar a medir hasta 22 cm y cabe mencionar que el número de flores por planta depende en gran medida del calibre del bulbo.

2.4.2.- Raíz

Se producen raíces en dos sitios de la planta: primero se producen raíces de tipo basal en el bulbo que son importantes en las primeras semanas de crecimiento de la planta y posteriormente surgen raíces adventicias caulinares en la parte superior del bulbo; éstas forman una abundante cabellera y tienen

importancia en la captación de agua y nutrientes en el momento de mayor demanda para la planta.

2.4.3.- Tallo

Surge desde un disco basal situado en el interior del bulbo, es erecto, monopódico, cilíndrico, con grosores entre 1 y 2 cm de diámetro que le dan apariencia robusta; a menudo se presenta manchado o pigmentado, coloreado en tonalidades oscuras y densamente guarnecido de hojas alternas.

2.4.4.- Hoja

Las hojas son lanceoladas u ovalo-lanceoladas, con dimensiones variables, de 10 a 15 cm de largo y con anchos de 1 a 3 cm, según tipos; a veces son verticiladas, sésiles o mínimamente pecioladas y normalmente, las basales pubescentes o glabras; paralelinervias en el sentido de su eje longitudinal, generalmente de color verde intenso.

2.4.5.- Flor

Se sitúan en el extremo del tallo; sus sépalos y pétalos constituyen un perianto de seis tépalos de gran número de colores, excepto el azul, que se muestran desplegados o curvados en forma de trompeta, cuenta con seis estambres que poseen anteras oscilantes, un pistilo trilobulado y un ovario dividido en tres carpelos que abrigan cada uno dos rangos de óvulos. Se disponen solitarias o agrupadas en inflorescencias en racimos y corimbos, mostrándose erguidas o penduladas.

2.4.6.- Fruto

Una cápsula trilocular con dehiscencia loculicida independiente y está provisto de numerosas semillas, generalmente alrededor de 200.

2.5.- Cultivo de *Lilium* spp.

El cultivo de *Lilium* spp tiene amplio surtido de variedades, con una extensa gama de colores, la facilidad en la apertura de la flor y su duración en florero, le dan a esta flor un gran poder competitivo (Herrera, 1983). El cultivo se puede efectuar todo el año, incluso se pueden realizar hasta tres cultivos dependiendo de las características de los cultivares. La plantación puede

realizarse en macetas, cajas o en camas; en suelos con buen drenaje, estructura y con buen contenido de materia orgánica. Durante el período de cultivo es necesaria la utilización de mallas plásticas que sirven de soporte, las cuales se elevan a medida que éste crece (Seemann y Andrade, 1999).

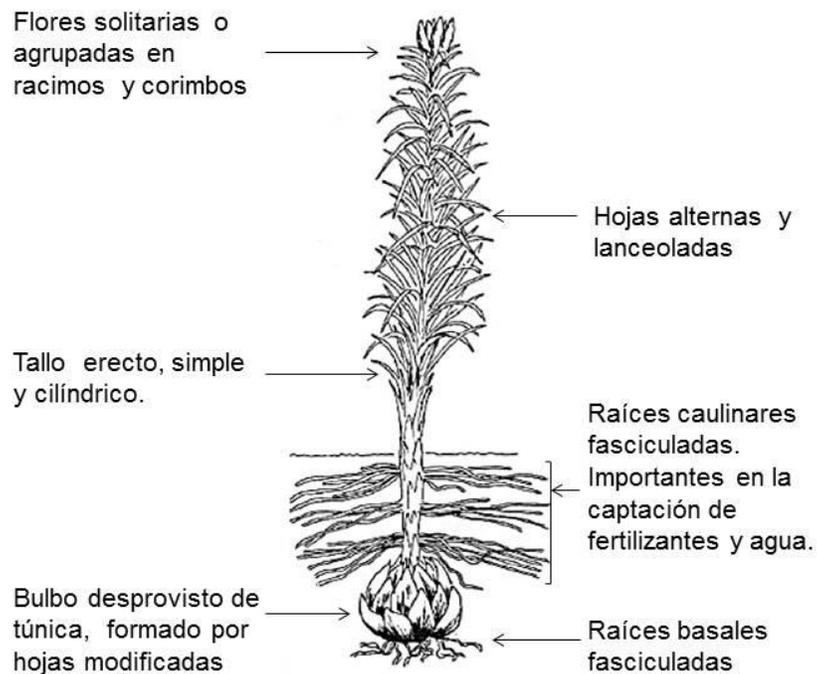


Figura 2. 1. Descripción botánica de *Lilium* spp. Centro Internacional de Flores de Bulbo, (1992).

2.5.1.- Exigencias climáticas y edáficas

2.5.1.1.- Luz

Lilium spp es sensible a la falta de luz, su etapa fisiológica más crítica es la floración, pues una disminución en la intensidad y duración de la luz puede causar abortos florales, un cultivo menos robusto, un color de hojas más claro y una reducción del tiempo de conservación. Para los híbridos asiáticos la potencia de luz mínima en el invernadero debe de ser de 300 wh/m² o de 190 Joules/ cm²/dia (PAR= Radiación Fotosintéticamente Activa) (CIBF, 1992).

2.5.1.2.- Temperatura

Las condiciones ambientales ideales para el cultivo de *Lilium* spp para flor cortada se orientan a obtener temperaturas máximas de 9-14 °C durante la

etapa de desarrollo de raíces. Durante la etapa de cultivo de las variedades asiáticas se debe mantener una temperatura mínima de 8-10 °C durante la noche y 23-25 °C como máxima durante el día. Las variedades orientales son más sensibles a las bajas temperaturas, no permitiendo mínimas menores a 12 °C, tampoco les conviene temperaturas mayores de 25 °C (FIA, 2007).

2.5.1.3.- Humedad Relativa

Bañón *et al.*, (1993) recomiendan una humedad relativa óptima entre 60 y 75 %; mientras que el CIBF, (1992) recomienda humedades relativas del 80-85 %. Es importante evitar grandes oscilaciones, ya que éstas ocasionan estrés y pueden provocar quemaduras en las hojas. También es conveniente rebajar ligeramente la humedad relativa antes del periodo de floración para evitar la aparición de enfermedades fúngicas en los órganos florales.

2.5.1.4.- Dióxido de carbono

Con la aportación de CO₂ en cantidades de 600-1,000 ppm se consigue una floración más estilizada y elongada.

2.5.1.5.- Suelo

Requiere de suelos ligeros, con buena aireación y materia orgánica, o sea, de textura arenosa y ricos en humus. Se requiere una capa mínima de 25 cm. El pH recomendado es el neutral o ligeramente ácido.

2.5.2.- Formas de cultivo

2.5.2.1.- Cultivo en camas

Es la forma más común de cultivar *Lilium* spp las dimensiones de la cama con frecuencia son de 0.6 m de ancho por 40 m de largo. La densidad de plantación depende del calibre del bulbo pero en general se puede utilizar 80 bulbos/m² para calibres 10/12, 60-70 bulbos/m² para calibres 12/14 y 50-60 bulbos/m² para calibres 14/16. La profundidad de la plantación debe de ser de 10-15 cm. Es necesario colocar una red para tutorar el cultivo durante todo el proceso de crecimiento.

2.5.2.2.- Cultivo en cajas

Cultivar *Lilium* spp en cajas ofrece las siguientes ventajas: evitar la acción de las condiciones climáticas adversas durante las primeras fases de desarrollo, una disminución del periodo en el invernadero y más posibilidades de efectuar una planificación del cultivo. Como desventajas están la necesidad de mayores recursos de trabajo y mayor presupuesto de inversión (CIBF, 1992).

2.5.2.3.- Cultivo en macetas

Existen cultivares de *Lilium* spp genéticamente modificados que se utilizan para cultivarlos en macetas, aunque también se puede utilizar material destinado para flor cortada y regular el crecimiento de las plantas para obtener tamaños moderados, esto se logra con el uso de productos como el paclobutrazol y el ancymidol. El desarrollo óptimo de los tallos para maceta es de 30 a 40 cm. El manejo que se le da a las macetas es bastante parecido al de cultivo en cajas (FIA, 2007).

2.5.3.- Nutrición del cultivo de *Lilium* spp.

Las plantas requieren de 16 elementos que se consideran esenciales para su desarrollo y crecimiento. Se pueden clasificar en dos grupos: los macronutrientes comprendidos por carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, azufre, y magnesio son requeridos en mayor cantidad. Los micronutrientes comprendidos por fiero, cobre, zinc, molibdeno, manganeso, boro y cloro son requeridos en menor cantidad. La deficiencia de alguno de los elementos mencionados condicionará el rendimiento de los cultivos, por lo que su monitoreo y aplicación se hace indispensable (Zamudio, 2008).

En general todas las especies englobadas dentro del grupo comercial de las plantas bulbosas se caracterizan por un órgano subterráneo más o menos dotado de sustancias de reserva; ello, unido a su corto ciclo de cultivo, sería suficiente para reproducir a un ejemplar de las mismas características que él o los parentales. Las normas de calidad, la creación de híbridos y la práctica de los ciclos de cultivo fuera de su época natural, hacen, sin embargo, aconsejable

un apoyo nutritivo extra, que se le suministra al cultivo con las unidades fertilizantes aportadas al suelo con la fertilización de presiembra, integrado por elementos formulados poco solubles, y por la fertilización de auxilio compuesto por elementos de rápida asimilación (Cortes, 2014).

Lilium spp como género integrante del grupo de las bulbosas, posee las características antes mencionadas, a las que se unen, además, peculiaridades morfológicas y fisiológicas propias; destaca entre ellas la formación de un sistema radicular caulinar adventicio por encima del bulbo que se encuentra facultado como sistema principal complementario para la absorción de sustancias nutritivas. Ello nos indica que un desarrollo completo de la planta sólo se produce cuando se da la presencia de éste sistema de absorción y éste cumple con su función; hemos de pensar por lo tanto que el bulbo en sí puede resultar un reservorio nutritivo insuficiente para lograr un desarrollo interesante de la planta para su aprovechamiento comercial, claro está sin olvidar el potencial varietal de la especie, el calibre del bulbo que vayamos a utilizar, la época de plantación, si el cultivo se va a forzar, etc. (Herreros, 1983)

Normalmente *Lilium* spp no destaca por sus exigencias nutritivas, siendo la naturaleza del soporte edáfico, más que su predisposición vegetal lo que hace necesaria ésta práctica. Así, para el abonado de suelos pesados, arcillosos o similares, se recomienda aplicar de 1 a 1,5 m³ de turba para 100 m² de suelo. Si el suelo es fresco y ligero, con pequeño poder de retención de elementos nutritivos, añadiremos de 1 a 1.5 m³ de estiércol de vacuno bien compostado por 100 m² de suelo y posteriormente, y en forma simple, proporciones de N-P-K formuladas con fosfatos y superfosfatos, como por ejemplo 1,100 kg·ha⁻¹ de sulfato de potasio y 2,800 kg·ha⁻¹ de superfosfato de calcio, no siendo necesario en general las aportaciones nitrogenadas (Bañón *et al.*, 1993).

Es muy importante que la adición de estiércol se haga con tiempo, y que esté muy compostado, porque se ha comprobado que en su proceso de

fermentación provoca reacciones exotérmicas que producen quemaduras en el sistema radicular de la planta.

En cuanto a la fertilización de auxilio se puede mantener una relación de equilibrio “1-1-1.5” de N-P-K en cantidades no muy elevadas, reforzada por algún aporte de calcio activo en forma de nitrato de calcio. La fertilización de auxilio se puede suministrar al cultivo fertirrigando con el sistema de riego localizado, debiendo de emplear agua suficiente, superior a un litro de agua por gramo de fertilizante (1,000 ppm) para no salinizar progresivamente el sustrato (Bañón *et al.*, 1993).

Lilium spp cultivado para flor de corte presenta una moderada demanda de nitrógeno y potasio, 136-170 ppm y 116-136 ppm respectivamente, también una muy baja demanda de calcio (34-88 ppm). Esta baja demanda probablemente se deba a la movilización de nutrientes almacenados en el bulbo (Valdez *et al.*, 2011).

La carencia de hierro se presenta en las hojas más tiernas de la planta y se muestra con la aparición en las zonas internerviales de los limbos de un empaldecimiento de color verde propio de la hoja y que lógicamente se acusa más en aquellas de mayor y más rápido desarrollo. Los altos contenidos de calcio, las fertilizaciones deficientes y un abuso en la dotación de agua contribuyen a ello. En variedades sensibles, tal como el grupo de *Lilium speciosum*, es necesario corregirlas, lo que se consigue con la aplicación en el agua de riego de quelatos de hierro.

La presencia de flúor en el agua de riego o en el suelo produce efectos fitotóxicos en la planta que se manifiesta en forma de quemaduras en los extremos apicales de las hojas; concentraciones de 10 gramos de flúor por m³ de sustrato han producido, en orden decreciente, quemaduras en las siguientes variedades: Pirate (hasta un 50% de hojas dañadas), Sterling Star, *Lilium longiflorum* (todas ellas, menos de un 8% de hojas dañadas) y con menor sensibilidad Connecticut King, que sólo presentaba el 1% de hojas dañadas.

Las mayores necesidades fertilizantes a lo largo del cultivo se hacen patentes antes del periodo de recolección, siendo máxima la extracción de estos elementos nutritivos a excepción del fósforo en estos momentos.

En ensayos comparativos realizados entre distintas especies de *Lilium speciosum*, *Rubrum* y *Mid century* (Tosi, 1984), se han mostrado mayores necesidades nutritivas del primer grupo que del segundo estando ello fundamentalmente relacionado con la duración del ciclo de cultivo, 3 y 2 meses respectivamente, más que con el diferente desarrollo de los mismos. En general la relación de elementos extraídos N y K se mantiene en una proporción alrededor de 1:2, no pareciendo haber diferencia notables en cuanto a la época del cultivo realizada.

Lilium spp es uno de los cultivos con pocos estudios de nutrición a pesar de su importancia en el mercado (Barrera *et al*, 2012), su bulbo aporta una gran cantidad de nutrimentos para la planta, pero éstos son insuficientes para que la planta exprese su máximo potencial, siendo necesario la implementación de programas de nutrición (Ortega, 2006).

2.6.- Algunos métodos de fertilización

La experimentación con fertirriego ha demostrado que los cultivos se ven afectados en su desarrollo y crecimiento, al modificar la frecuencia de aplicación y la dosis de la solución nutritiva tal como lo reportan los trabajos realizados por Contreras (2008), Castro (2009), Santiago (2011) y Ramos (2013).

2.6.1.- Partes por millón de fertilizante en el agua de riego

Es un método práctico y económico que consiste en disolver o diluir, dependiendo de la naturaleza del fertilizante, en el agua de riego las sustancias con los elementos esenciales que la planta requiere. Los materiales utilizados para las soluciones deben de ser lo suficientemente solubles a temperatura ambiente (Cipriano, 1999)

2.6.2.- Fertilización basada en etapas fenológicas

Este es, posiblemente, el método más utilizado por pequeños productores, consiste en fertilizar los cultivos de acuerdo a el estado fenológico

en que se encuentran las plantas, tomando en cuenta que algunos elementos son más demandados en ciertas etapas fenológicas. Como el fósforo, que es requerido en mayor cantidad en la etapa de desarrollo de raíces, nitrógeno y calcio son más requeridos en la etapa de crecimiento de la planta, el potasio y el boro en la etapa de floración. Este método tiene la ventaja de ser fácil de utilizar, sin embargo en la mayoría de los casos la aplicación de los fertilizantes no coincide con el momento de mayor demanda para la planta.

2.6.3.- Fertilización directa al suelo en $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mes}^{-1}$

Soto *et al.*, (2004) demostraron que una fertilización fraccionada en 4 y 5 partes de la fórmula “150-120-200” en el cultivo de *Curcuma longa* incrementa el aprovechamiento y disponibilidad de los nutrimentos durante las diferentes etapas de desarrollo de cultivo, generando un mayor rendimiento comparados con fraccionamientos menores. Por su parte, Cordeiro *et al.*, (1993) encontraron mayores rendimientos cuando fraccionaron la aplicación de nitrógeno 1/3 a la siembra y 2/3 a los 30 ó 60 días de la emergencia de *Brassica napus* var. oleracea, aunque esto estuvo muy influenciado por las condiciones hídricas del suelo.

2.7.- Uso de productos ricos en carbohidratos

La industria azucarera produce varios residuos con potencial de ser aprovechados en diversos ámbitos, como la producción de fertilizantes a partir de la ceniza de bagazo; la cachaza puede ser utilizada para la producción de cera, alimento animal, medicamentos, fertilizantes y sustrato; la melaza para producción de alcohol, levadura, como alimento animal y fertilizante (Valdes, 2014).

2.7.1.- Melaza

La norma oficial mexicana NMX-Y-327-1998-SCFI define a la melaza como “el coproducto de la fabricación del azúcar en sus diferentes calidades, siendo un líquido denso y viscoso del cual no se puede cristalizar más azúcar por los métodos usuales” (NMX-Y-327-1998-SCFI).

La denominación melaza se aplica al efluente final obtenido en la preparación

del azúcar mediante una cristalización repetida. El proceso de evaporación y cristalización es usualmente repetido tres veces hasta el punto en el cual el azúcar invertido y la alta viscosidad de las melazas ya no permitan una cristalización adicional de la sacarosa (Swan y Karalazos, 1990).

La melaza es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali, que normalmente están presentes en el jugo de caña, así como los formados durante el proceso de manufactura del azúcar. Además de la sacarosa, glucosa, fructosa y rafinosa los cuales son fermentables, las melazas también contienen sustancias reductoras no fermentables (Fajardo y Sarmiento, 2007) (cuadro 1). Estos compuestos no fermentables reductores del cobre, son principalmente caramelos libres de nitrógeno producidos por el calentamiento requerido por el proceso y las melanoidinas que si contienen nitrógeno derivada a partir de productos de condensación de azúcar y aminocompuestos (Honing, 1974).

Cuadro 2.1. Composición de la melaza de la caña de azúcar (Tellez, 2004)

COMPONENTES	CONSTITUYENTES	CONTENIDO
Componentes mayores	Materia seca	78% p/p
	Proteínas	3% p/p
	Sacarosa	60%-63% p/p
	Azúcares reductores	3-5 % p/p
	Sustancias disueltas (diferentes azúcares)	4-8 % p/p
	Agua	16 %
	Grasas	0.4%

Continuación del cuadro 2.1. Composición de la melaza de la caña de azúcar (Tellez, 2004)

COMPONENTES	CONSTITUYENTES	CONTENIDO
Componentes mayores	cenizas	9%
Contenido de minerales	Calcio	0.74%
	Magnesio	0.35%
	Fósforo	0.08%
	Potasio	3.67%
Contenido de aminoácidos	Glicina	0.10%
	Leucina	0.01%
	Lisina	0.01%
	Treonina	0.06%
	Valina	0.02%
Contenido de vitaminas	Colina	600 ppm
	Niacina	48.86 ppm
	Ácido pantoténico	42.90 ppm
	Piridoxina	44.00ppm
	Riboflavina	4.4 ppm
	Tiamina	0.88 ppm

2.8.- Experimentación con fuentes ricas en carbohidratos

El uso de melaza en el suelo mejora su estructura, aumenta la materia orgánica, tiene un efecto nematostático, controla a las hormigas, funciona para lavar la cinta de riego debido a que tiene un pH ácido y hay indicios de que la melaza es una fuente de energía para las raíces en momentos de estrés (USAID, 2006).

Nasser *et al.*, (2005) aplicaron melaza en el cultivo de papaya Maradol reduciendo el efecto negativo causado por la aplicación accidental de glifosatos.

La melaza se ha usado en el cultivo de algodón como fertilizante (Dunn *et al.*, 1999). Se ha encontrado que aplicaciones foliares de vinaza de remolacha azucarera, concentrada y despotasificada en *Lolium* spp., incrementan la productividad en materia seca (Murillo *et al.*, 1993). Las aplicaciones de melaza en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*) retardan el colapso de la parte aérea (doblado de la rama) que es un indicador de cosecha (Brewster, 1977), la aplicación de melaza en dosis de 0.5 a 10 ml/Kg de suelo reducen el ataque de nematodos (Sosa *et al.*, 1973).

Por otro lado Betancourt *et al.*, (2005) encontraron que la aplicación de miel de abeja al 2% incrementa el diámetro basal de *Lilium* spp en un 20% con respecto a su testigo, teniendo un comportamiento similar en el diámetro apical de la flor donde el incremento fue del 15%.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación, se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, departamento de Horticultura, en el invernadero de propagación, que se ubica en las coordenadas 25°21'15.97" latitud Norte, 101°01'54.28" longitud Oeste a 1,784 msnm (CONAGUA, 2000), durante el periodo comprendido del 9 de junio de 2013 al 10 de agosto del mismo año.

Durante el desarrollo del trabajo, se registraron temperaturas mínimas extremas de 15 °C y máximas extremas de 39 °C. Éste invernadero cuenta con un extractor de aire que permitió disminuir la temperatura en 1 °C.

El establecimiento del experimento se realizó en una cama de dimensiones suficientes, de tal forma que todas las unidades experimentales quedaron en la misma cama, en la que se establecieron 150 macetas de tres litros de capacidad c/u, en las que se plantaron bulbos de 14 cm de diámetro. El sustrato utilizado estuvo compuesto por suelo natural y perlita en una proporción de 2:1. El suelo procedía de la sierra de Arteaga Coahuila y se le realizó un análisis de fertilidad cuyos resultados fueron utilizados para los cálculos que permitieran la definición de la fórmula a emplear y la selección de los fertilizantes.

Se utilizaron bolsas para maceta de 3 L. de capacidad, las que fueron llenadas con el sustrato ya preparado antes mencionado y se plantó un bulbo por maceta, cuidando que estos quedaran enterrados de 12 cm a 15 cm de profundidad tal como se muestra en la figura 3.1, con la finalidad de favorecer la formación de raíces secundarias, que son las mas importantes en la nutrición de las plantas del género *Lilium*.

Los riegos y fertirriegos se aplicaron de forma manual, aplicando 150 ml·maceta⁻¹ durante las primeras cuatro semanas, después se aumentó el volumen a 200 ml·maceta⁻¹ en las semanas cinco, seis y siete, para terminar en la última etapa del cultivo, que correspondió a las semanas ocho y nueve, aplicando un volumen de 250 ml·maceta⁻¹.



Figura 3.1. Forma en la que se establecieron los bulbos en las bolsas, cuidando que estos quedaran plantados a una profundidad de 12 a 15 cm.

3.1- Cálculo de la fórmula de fertilización.

La interpretación cuantitativa del análisis, que condujo a la determinación de la fórmula de fertilización se hizo de la siguiente manera:

Los niveles nutritivos a alcanzar de cada uno de los elementos en el suelo y los niveles reportados en el análisis de suelo fueron los siguientes (cuadro 3.1):

Cuadro 3.1. Datos empleados para el cálculo de la fórmula y niveles de elementos mayores, reportados por el análisis de suelo.

Elemento	Niveles de elementos mayores a emplearse	Resultados arrojados por el análisis de suelo
Nitrógeno	65 ppm	14.63 ppm
Fósforo	25 ppm	4.02 ppm
Potasio	50 ppm	31.55 ppm
D.A		1.11 g/cm ³

D.A= Densidad Aparente

Para calcular los kilogramos por hectárea de cada elemento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Kg Elemento} = F(R-A)$$

Donde:

Kg Elemento= Kilogramos por hectárea del elemento a calcular

F= Factor= la milésima parte del suelo en toneladas, si en una hectárea el peso de suelo de acuerdo a la densidad es de 3,333 t/ha, entonces 3.3 es igual al factor.

Los niveles deficitarios se estiman considerando, los niveles deseables menos los reportados por el análisis del suelo; p/ej 65 ppm de N menos 14.63 = 50.37 ppm, que es el nivel deficitario.

Este nivel deficitario en ppm, se multiplica por el factor 3.33, para determinar los Kilogramos por hectárea.

$$\text{Kg/ha} = (\text{ppm de elemento deficitario})(\text{factor})$$

$$\text{Kg/ha} = (50.37 \text{ ppm})(3.33)$$

$$\text{Kg/ha} = \mathbf{167.3 \text{ Kg/ha}}$$

De la misma manera se estimaron el resto de los elementos nutritivos, los que se clarifican más ampliamente en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Operaciones y determinación de la fórmula de fertilización manejada.

Elemento	Operaciones F(R-A)	Fórmula calculada	Fórmula redondeada en Kg/ha
Nitrógeno	3.33(65ppm-14.63ppm)=	167.7	170*
Fósforo	3.33(25ppm-4.02ppm)=	69.86	70
Potasio	3.33(50ppm-31.55ppm)=	61.44	65

*La fórmula final se obtiene redondeando la fórmula calculada al múltiplo de cinco superior más cercano.

3.1.2.- Fertilizantes

Se utilizaron tres fertilizantes, urea, fosfato monoamónico y nitrato de potasio, para satisfacer la fórmula redondeada por hectárea 170-70-65.

Cuadro 3.3. Fertilizantes utilizados, cantidades para satisfacer la fórmula redondeada y sus porcentajes de participación.

Fertilizante	Cantidad por hectárea en Kg	Porcentaje de participación
Urea (46-00-00)	302.76	54.18 %
MAP* (12-61-00)	114.75	20.53 %
N de K** (12-00-46)	141.3	25.29 %

* Del inglés "monoammonium phosphate", ** Nitrato de potasio

3.2.- Preparación de soluciones madre

Para facilitar el manejo de los fertilizantes se prepararon soluciones madre de un litro para cada fertilizante concentradas 100 veces, de tal forma que para obtener un litro de solución final a 400 ppm se necesitara sacar 10 cm³ a cada solución madre.

Entonces:

$$\text{Como } 400 \text{ ppm} = 0.4 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$0.4 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1} (100 \text{ veces}) = \mathbf{40 \text{ g}}$$

40 g = 100% del fertilizante utilizado para preparar 100L de solución final a 400 ppm.

Para calcular la cantidad de fertilizante soluble que requería cada solución madre se multiplicó el porcentaje de participación de cada fertilizante por 40 g y el resultado se dividió entre 100.

Cuadro 3.4. Preparación de soluciones madre de un litro, concentradas 100 veces, para sacar 10 cm³ por cada solución madre y preparar 450 cm³ de solución final a 400 ppm.

Solución madre	Operaciones	Cantidad de fertilizante requerido
Urea	$\frac{(54.18\%)(40\text{ g})}{100}$	21.67 g
MAP	$\frac{(20.53\%)(40\text{ g})}{100}$	8.21 g
N de K	$\frac{(25.29\%)(40\text{ g})}{100}$	10.11 g



Figura 3.2. Soluciones madre en recipiente color ámbar para evitar la fotooxidación. Concentradas 100 veces, para sacar 10 cm³ por cada solución madre y preparar 450 cm³ de solución final.

3.4.- Preparación de la solución final

Como cada maceta consumía aproximadamente 150 cm³ de agua, entonces:

$$(150 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O} \cdot \text{maceta}^{-1})(3 \text{ macetas} \cdot \text{tratamiento}^{-1}) = 450 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O} \cdot \text{tratamiento}^{-1}$$

Cuadro 3.5. Preparación de la solución fertilizante

Concentración de sales	Preparación de 450 cm ³ de solución nutritiva por tratamiento
400 ppm	= 10 cm ³ SM Urea + 10 cm ³ SM MAP + 10 cm ³ SM N de K + 420 cm ³ H ₂ O
200 ppm	= 5 cm ³ SM Urea + 5 cm ³ SM MAP + 5 cm ³ SM N de K + 435 cm ³ H ₂ O
100 ppm	= 2.5 cm ³ SM Urea + 2.5 cm ³ SM MAP + 2.5 cm ³ SM N de K + 442.5 cm ³ H ₂ O

SM=Solución Madre; MAP=del inglés Monoammonium phosphate; N de K= Nitrato de Potasio.

3.5.- Melaza

3.5.4.- Preparación de solución madre melaza

Se preparó 1 L de solución madre a la que se le podía sacar 100 veces 10 cm³=16 L·ha⁻¹



Figura 3.3. Solución madre melaza en recipiente color ámbar, concentrada 100 veces para sacarle 10 cm³ por vez.

3.5.5.- Preparación de solución final con melaza.

La solución melaza y la solución fertilizante se aplicaban juntas de acuerdo a la dosis que le correspondía a cada tratamiento. La melaza se disolvía en la solución fertilizante

Cuadro 3.6. Cantidad de melaza a utilizar para las distintas dosis por hectárea.

Dosis requerida de melaza	Cantidad de solución madre melaza por tratamiento
16 L·ha ⁻¹	10 cm ³
8 L·ha ⁻¹	5 cm ³
4 L·ha ⁻¹	2.5 cm ³

3.6.- Diseño experimental

Se utilizó un modelo estadístico completamente al azar con arreglo factorial AXBXC con cuatro niveles en A, tres niveles en B y cuatro niveles en C, generándose 48 tratamientos y se utilizaron tres repeticiones.

Fórmula: $Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + E_{ijkl}$.

Y_{ijkl}= Es la observación 1, en el **i-ésimo** nivel del factor **A**, **j-ésimo** nivel del factor **B**, **k-ésimo** nivel del factor **C**.

μ= Es la media general.

A_i= Es el efecto del **i-ésimo** nivel del factor **A**.

B_j= Es el efecto del **j-ésimo** nivel del factor **B**.

C_k= Es el efecto del **k-ésimo** nivel del factor **C**.

AB_{ij}=Es el efecto de la interacción del **i-ésimo** nivel del factor **A** y el **j-ésimo** nivel del factor **B**.

AC_{ik} = Es el efecto de la interacción del **i-ésimo** nivel del factor **A** y el **k-ésimo** nivel del factor **C**.

BC_{jk}= Es el efecto de la interacción del **j-ésimo** nivel del factor **B** y el **k-ésimo** nivel del factor **C**.

ABC_{ijk}= Es el efecto de la interacción del **i-ésimo** nivel del factor **A**, el **j-ésimo** nivel del factor **B** y el **k-ésimo** nivel del factor **C**.

E_{ijkl}= Es el error experimental. UJCM, (2009)

3.7.- Factores evaluados

3.7.1.- Factor A: Partes por millón de fertilizante en el riego.

a₀= Sin fertilizante

a₁= 100 ppm de fertilizante

a₂= 200 ppm de fertilizante

a₃= 400ppm de fertilizante

3.7.2.- Factor B: Frecuencia de fertirriegos por semana

b₁= 1 vez por semana

b₂= 2 veces por semana

b₃= 3 veces por semana

3.7.3.- Factor C: Dosis de melaza por hectárea

c₀= Sin melaza

c₁= 4 L/ha

c₂= 8 L/ha

c₃= 16 L/ha

3.8.-Descripción de los tratamientos

Cuadro 3.7. Descripción de cada uno de los tratamientos utilizados en el experimento

Tratamiento	Factor A Concentración de fertilizantes	Factor B Número de fertirriegos por semana	Factor C Dosis de melaza
T0	Sin fertilizante	0	0
T1	Sin fertilizante	1	0 L/ha
T2	Sin fertilizante	1	4 L/ha
T3	Sin fertilizante	1	8 L/ha
T4	Sin fertilizante	1	16 L/ha
T5	Sin fertilizante	2	0 L/ha
T6	Sin fertilizante	2	4 L/ha
T7	Sin fertilizante	2	8 L/ha
T8	Sin fertilizante	2	16 L/ha
T9	Sin fertilizante	3	0 L/ha
T10	Sin fertilizante	3	4 L/ha
T11	Sin fertilizante	3	8 L/ha
T12	Sin fertilizante	3	16 L/ha
T13	100 ppm	1	0 L/ha
T14	100 ppm	1	4 L/ha
T15	100 ppm	1	8 L/ha
T16	100 ppm	1	16 L/ha
T17	100 ppm	2	0 L/ha
T18	100 ppm	2	4 L/ha
T19	100 ppm	2	8 L/ha
T20	100 ppm	2	16 L/ha
T21	100 ppm	3	0 L/ha
T22	100 ppm	3	4 L/ha
T23	100 ppm	3	8 L/ha
T24	100 ppm	3	16 L/ha
T25	200 ppm	1	0 L/ha
T26	200 ppm	1	4 L/ha
T27	200 ppm	1	8 L/ha
T28	200 ppm	1	16 L/ha
T29	200 ppm	2	0 L/ha
T30	200 ppm	2	4 L/ha
T31	200 ppm	2	8 L/ha
T32	200 ppm	2	16 L/ha
T33	200 ppm	3	0 L/ha
T34	200 ppm	3	4 L/ha
T35	200 ppm	3	8 L/ha
T36	200 ppm	3	16 L/ha
T37	400 ppm	1	0 L/ha
T38	400 ppm	1	4 L/ha
T39	400 ppm	1	8 L/ha
T40	400 ppm	1	16 L/ha
T41	400 ppm	2	0 L/ha
T42	400 ppm	2	4 L/ha
T43	400 ppm	2	8 L/ha
T44	400 ppm	2	16 L/ha
T45	400 ppm	3	0 L/ha
T46	400 ppm	3	4 L/ha
T47	400 ppm	3	8 L/ha
T48	400 ppm	3	16 L/ha



Figura 3.4. Establecimiento del experimento con 48 tratamientos y tres repeticiones cada uno.

3.8.- Variables evaluadas

Las mediciones de las variables evaluadas se realizaron a las tres repeticiones de cada tratamiento.

3.8.1.- Longitud de tallo (LT).

La longitud de tallo se midió con un flexómetro marca TRUPER desde el cuello de la planta hasta la base del último botón floral.

3.8.2.- Diámetro de tallo (DT).

El diámetro del tallo se midió con un vernier marca PETRUL a la altura de la parte media de la planta.

3.8.3.- Número de botones (NB).

Se contó el número de botones florales sin importar que éstos ya hubieran madurado (abierto).

3.8.4.- Longitud de botón (LB).

La longitud de botón se midió con vernier marca PETRUL al botón más maduro de cada planta.

3.8.5.- Diámetro de botón (DB).

El diámetro de botón se midió con vernier marca PETRUL al botón más maduro de cada planta.

3.8.6.- Número de hojas por planta (NH).

Se contó el número de hojas vivas por planta

3.8.7.- Número de hojas secas por planta (NHS).

Se contó el número de hojas secas por planta

3.8.8.- Ancho de hoja (AH).

Se midió el ancho de hoja con una regla BACO.

3.8.9.- Largo de hoja (LH).

Se midió el largo de la hoja con una regla BACO

3.9.- Cronograma de actividades

Cuadro 3.8. Cronograma de actividades

Actividad	Junio				Julio				Agosto			
	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Limpieza de la cama	x											
Recolección de suelo en la sierra de Arteaga	x											
Preparación del sustrato	x	x										
Plantación de los bulbos	x	x										
Aplicación de fungicida		x										
Preparación de los fertilizantes			x									
Preparación de la melaza				x								
Riego		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fertirriego			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Deshierbe			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Colocación de red para tutorear					x							
Toma de datos									x			
Comercialización del producto									x	x		
captura de datos												x
Revisión de literatura											x	x

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Longitud de vara

El largo de una vara de *Lilium* es importante, ya que define de manera directa la calidad de la vara producida, al igual que el número de botones, una vara con mayor longitud se vende a mejor precio que una vara corta y el precio se va reduciendo conforme se reduce el largo de la vara.

Al realizar el análisis de varianza y comparación de medias, con la prueba Tukey con $p \leq 0.01$; se encontró una respuesta altamente significativa para el factor A (ppm de fertilizante en el fertirriego), lo que indica que la concentración a la que se aplicaron los fertilizantes tuvo influencia sobre la longitud de la vara.

Haciendo una comparativa de la respuesta contra el testigo absoluto, se tiene que el nivel de 200 ppm de fertilizante, lo superó marginalmente en un 3.61% mientras que el testigo supera a los niveles de 100 y 400 ppm de fertilizante en un 1.77% y 11.16% respectivamente. Es probable que la baja respuesta se deba a que los brotes de *Lilium* sp, reciben el apoyo de las reservas que se encuentran almacenadas en el bulbo que les da origen.

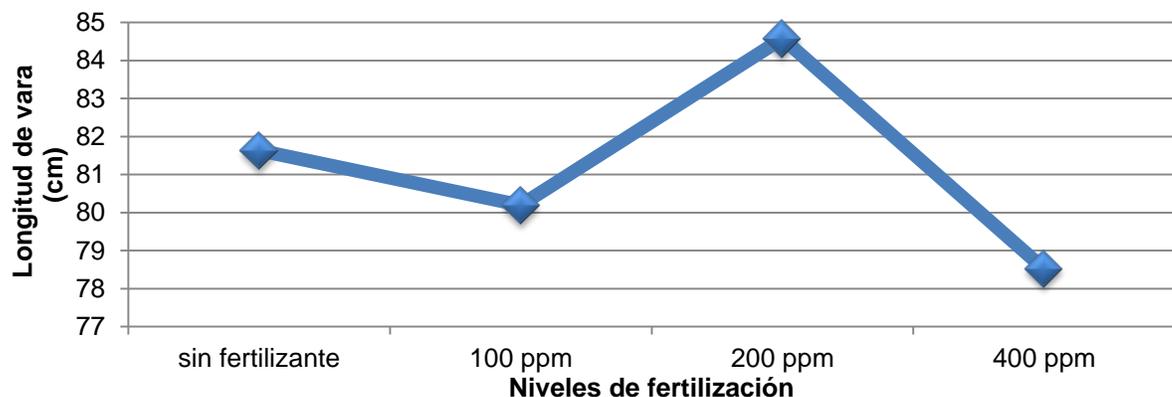


Figura 4.1. Longitud de vara de *Lilium* cv Arcachon, ante una fertilización con distintas dosis de fertilizante (factor A).

Cuadro 4.1. Cuadrados medios de las nueve variables evaluadas y su correspondiente significancia estadística, de acuerdo a los diferentes factores evaluados y sus interacciones

FV	GL	LV	DT	NB	LB	DB	NH	NHS	AH	LH
Factor A	3	237.44**	2.12 ^{NS}	0.57 ^{NS}	2.08 ^{NS}	0.06 ^{NS}	13.16 ^{NS}	157.69**	7.19 ^{NS}	1.6 ^{NS}
Factor B	2	175.88*	0.23 ^{NS}	0.46 ^{NS}	0.03 ^{NS}	0.1 ^{NS}	78.81 ^{NS}	5.67 ^{NS}	1.1 ^{NS}	1.97 ^{NS}
Factor C	3	18.86 ^{NS}	0.42 ^{NS}	0.24 ^{NS}	0.83 ^{NS}	0.12 ^{NS}	32.45 ^{NS}	4.84 ^{NS}	1.62 ^{NS}	6.61 ^{NS}
AxB	6	185.4*	0.46 ^{NS}	0.82 ^{NS}	0.92 ^{NS}	0.06 ^{NS}	332.71**	58.22**	2.73 ^{NS}	4.07 ^{NS}
AxC	9	23.82 ^{NS}	0.18 ^{NS}	0.63 ^{NS}	1.92 ^{NS}	0.11 ^{NS}	60.67 ^{NS}	16.98 ^{NS}	2.33 ^{NS}	2.28 ^{NS}
BxC	6	32.99 ^{NS}	0.86 ^{NS}	1.18 ^{NS}	1.64 ^{NS}	0.1 ^{NS}	58.23 ^{NS}	9.53 ^{NS}	2.36 ^{NS}	1.83 ^{NS}
AxBxC	18	54.1*	0.41 ^{NS}	0.49 ^{NS}	1.05 ^{NS}	0.16 ^{NS}	39.66 ^{NS}	16.36*	2.5 ^{NS}	5.3 ^{NS}
Error total	96	17.66	0.39	0.53	0.51	0.08	47.6	5.61	1.86	3.25
CV (%)		5.17	9.02	21.09	7.23	11.6	11.04	26.23	8.6	16.75

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; LV=Longitud de vara; DT= Diámetro de tallo; NB= Número de botones; LB= Longitud de botón; DB=Diámetro de botón; NH= Número de hojas por planta; NHS= Número de hojas secas por planta; AH= Ancho de hojas; LH= Largo de hojas; CV= Coeficiente de variación ^{NS}= No significativo; * = significativo; ** = Altamente significativo

Para el factor B (frecuencia de aplicación de fertirriegos) se encontró una respuesta estadística altamente significativa, dicho efecto se manifestó en el nivel donde se realizaron dos aplicaciones de fertirriego por semana, superando a los niveles con una y tres aplicaciones de fertirriego por semana en orden de 1.77 % y 4.79 % respectivamente. Esta respuesta pudo deberse a que un sólo fertirriego por semana fue insuficiente para satisfacer las necesidades de la planta, dos fertirriegos fueron adecuados para cubrir sus requerimientos y tres fertirriegos por semana provocaron, probablemente, un incremento del potencial osmótico en la solución de suelo, traduciéndose este en estrés para la planta.

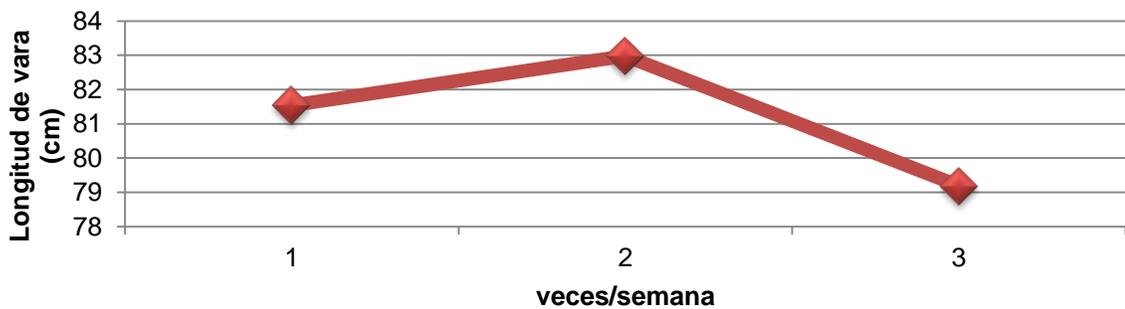


Figura 4.2. Longitud de vara de *Lilium* cv Arcachon, ante fertirriegos con distintas frecuencias de aplicación (factor B).

En el factor C (dosis de melaza por hectárea) no se encontró diferencia estadística significativa, lo que indica que la aplicación de melaza en las dosis en que fueron aplicadas no causó modificación a la longitud de la vara. Sin embargo, se observaron mejores resultados en el nivel con 4 L·ha⁻¹, este nivel superó por 1.48 % al testigo sin melaza.

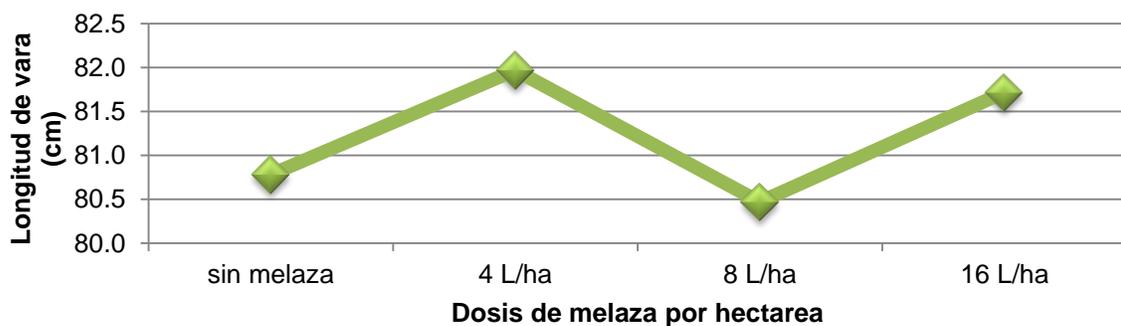


Figura 4.3. Longitud de vara de *Lilium* cv Arcachon, ante la aplicación de distintas dosis de melaza en el fertirriego (factor C)

La interacción de los factores A x B (concentración de fertilizante y frecuencia de aplicación), tuvieron una respuesta altamente significativa, indicando que existió dependencia entre ellos. Esta interacción de factores fue antagónica en sus niveles dos y tres. Aplicaciones de fertirriego dos veces por semana produjeron 3.47% más longitud de vara que 100 ppm de fertilizante en el riego; sin embargo, tres fertirriegos por semana produjeron 6.82% menos longitud de vara que aplicaciones de 200 ppm de fertilizante en el riego. Es posible que el efecto antagónico de la interacción frecuencia-fertilizante se haya debido a la acumulación de sales en la solución de suelo y la capacidad de la planta para asimilar los nutrimentos.

Para las interacciones A x C (concentración de fertilizante y dosis de melaza) y B x C (Frecuencia de aplicación y dosis de melaza) no se encontraron diferencias estadísticas significativas, lo que indica un comportamiento independiente entre factores.

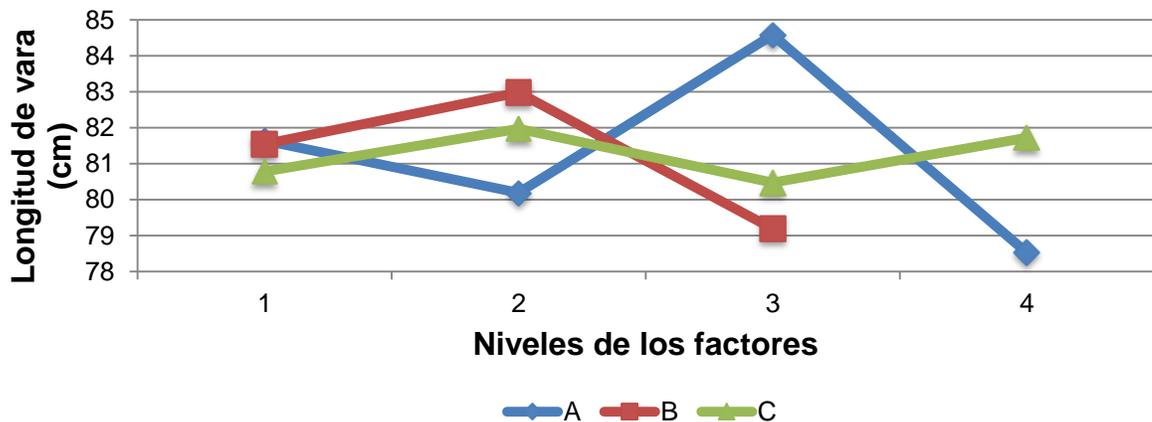


Figura 4.4. Longitud de vara de *Lilium* cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintas dosis de fertilizante (factor A); frecuencias de aplicación (factor B); y dosis de melaza (factor C).

Los resultados difieren con lo reportado por Reyes (1999) quien aplicó en *Lilium* var. Dreamland: 100, 200 y 400 ppm de la fórmula 50-45-50 dos veces por semana sin encontrar diferencia significativa en la altura de planta de sus tratamientos. Difiere con Cipriano (1999) quien obtuvo mayor altura en *Lilium* cv Casa Blanca cuando aplicó 400 ppm de la fórmula 50-45-50. Coinciden con lo

reportado por Moreno (2000) quien encontró que la aplicación de fertilizante en concentraciones de 200 ppm en el cultivo de girasol ornamental aumenta hasta un 30% la altura de planta. Es probable que la poca respuesta se haya debido al apoyo que recibe el brote de las reservas que están almacenadas en el bulbo que le da origen.

4.2.- Diámetro de tallo

El diámetro de tallo es un indicador del vigor de las plantas porque refleja la acumulación de fotosintatos, los cuales posteriormente pueden traslocarse a los sitios de demanda (Preciado *et al.*, 2002).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey con $p \leq 0.01$, existe diferencia altamente significativa entre los niveles del factor A (dosis de fertilizante), para la variable diámetro de tallo. Los mayores diámetros de tallo se presentaron en los tratamientos sin aplicación de fertilizante, quienes superaron al nivel mas bajo de fertilización por 2.55% y al nivel más alto por 8.23%. Esta respuesta negativa a la aplicación de fertilizante confirma que el bulbo de *Lilium* sp, por si sólo, es capaz de satisfacer las necesidades nutrimentales de la planta a lo largo de su ciclo productivo; y que el aporte nutrimental externo, puede desfavorecer su crecimiento.

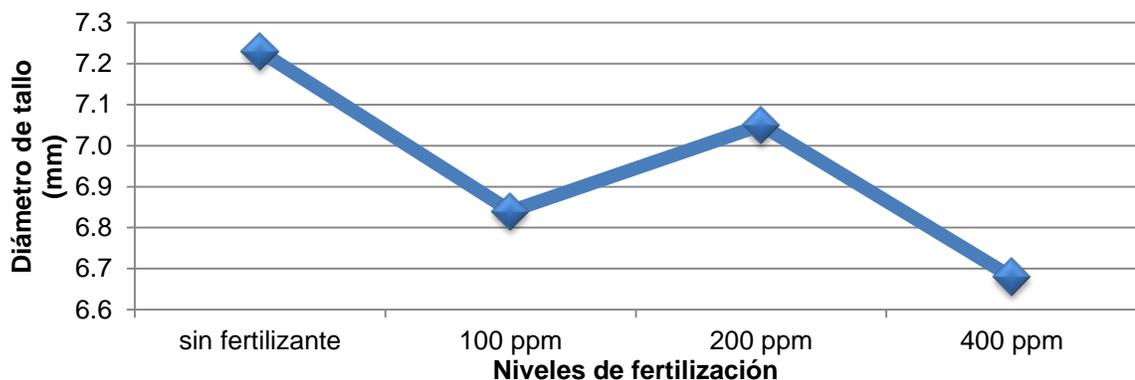


Figura 4.5. Diámetro de tallo de *Lilium* cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintos niveles de fertilizante (factor A).

En los resultados del factor B (Frecuencia de aplicación del fertirriego) no se encontró diferencia significativa, lo que indica que el diámetro de tallo no fue modificado debido a las variaciones de frecuencia de fertirriego. Sin embargo, dos fertirriegos por semana produjeron tallos 1.89% y 0.73 % más gruesos que una y tres aplicaciones por semana, respectivamente.

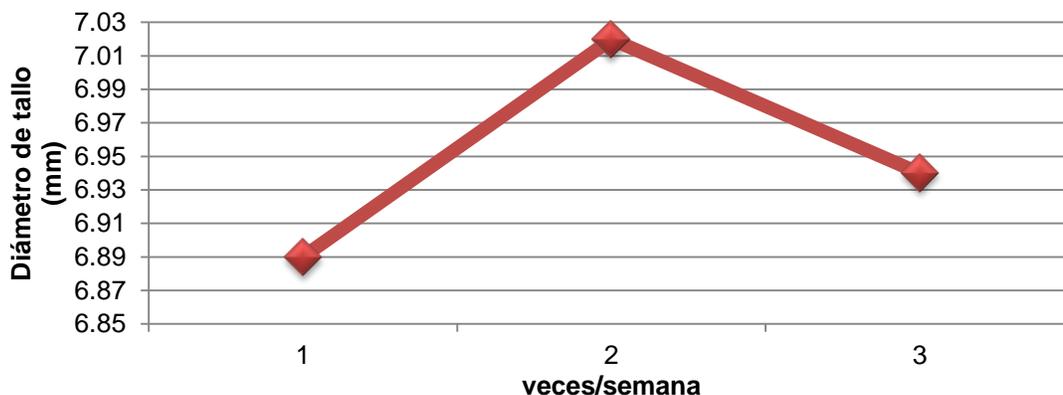


Figura 4.6. Diámetro de tallo de *Lilium* cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintas frecuencias de aplicación (factor B).

Para los resultados del factor C (dosis de melaza por hectárea) tampoco se encontró diferencia significativa entre los niveles, esto indica que la melaza aplicada no modificó significativamente el diámetro de tallo. Sin embargo, se encontró que los tratamientos sin melaza, generaron tallos 1.15% más gruesos que el nivel más alto (16 L/ha) y 3.68% más gruesos que el nivel más bajo (4L/ha).

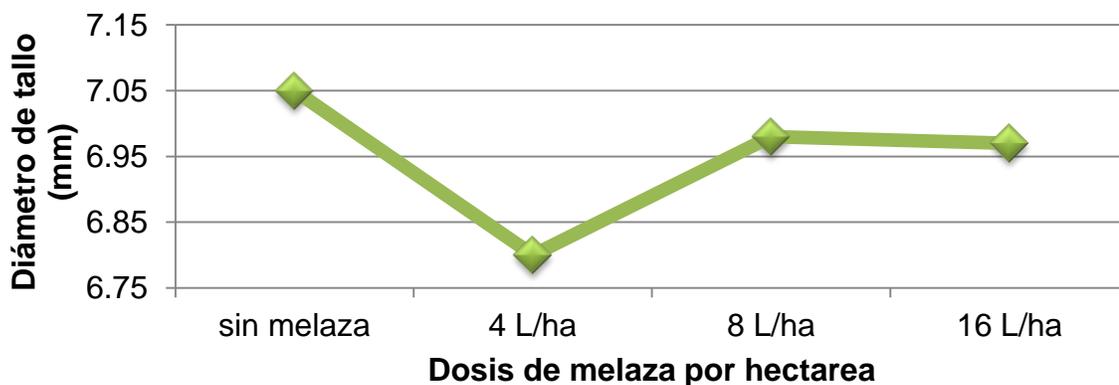


Figura 4.7. Diámetro de tallo de *Lilium* cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintas dosis de melaza (factor C)

Ninguna de las interacciones de los factores tuvieron diferencia significativa para la variable diámetro de tallo, lo que indica que la respuesta de cada factor fue independiente una de la otra.

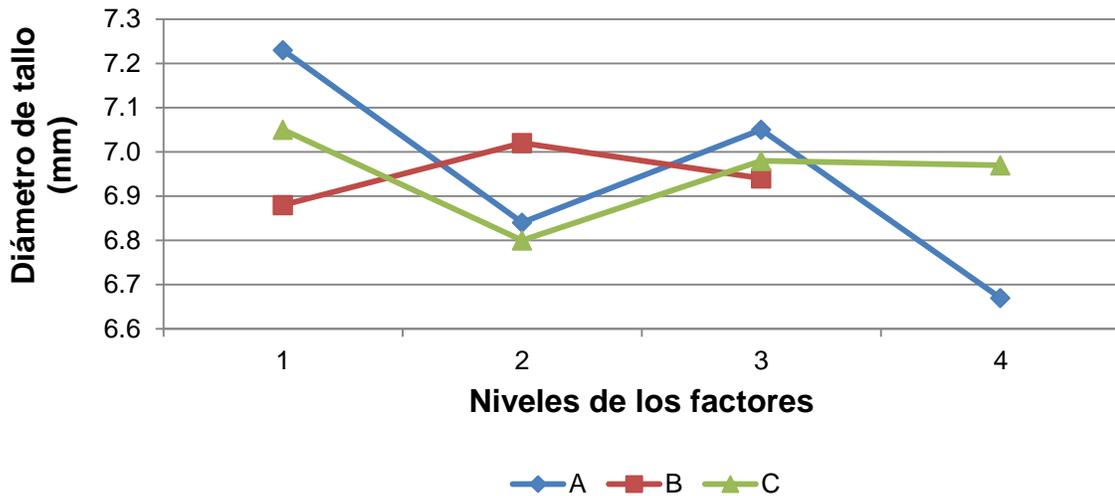


Figura 4.8. Diámetro de tallo de *Lilium* cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintas dosis de fertilizante (factor A); frecuencias de aplicación (factor B); y dosis de melaza (factor C).

Esta respuesta poco favorable a la utilización de fertirriegos con niveles altos de concentración de fertilizante, concuerda con los resultados obtenidos por Balbuena (2013); quien trabajó con limón persa, fertilizando a distintas dosis de fertilizante en el riego, obtuvo mayor diámetro de tallo en tratamientos sin fertirriego y una disminución gradual de la variable al aumentar la dosis de fertilizantes. También concuerda con Torres *et al.*, (2011) quienes obtuvieron menos diámetro de tallo en *Lilium* cv Brunello al incorporar lodo industrial salino al sustrato. Otro caso es el reportado por Parra *et al.*, (2012) quienes obtuvieron 12% menos diámetro de tallo en plantas de tomate al aplicar 305 ppm de bicarbonato (HCO_3). Esta respuesta negativa al exceso de fertilizante puede deberse a que; en esas condiciones la solución de suelo tiene un potencial osmótico mayor que el interior de la planta, dificultando el ingreso de nutrientes al sistema.

Sin embargo, con respecto a la frecuencia de aplicación, los resultados de ésta variable difieren con los encontrados por Castro (2009) quien obtuvo

más diámetro de tallo en papaya, cuando aplicó fertirriegos cada tres días que cuando aplicó una sola fertilización, granulada.

En el caso de la aplicación de carbohidratos, los resultados difieren con los encontrados por Betancourt *et al.*, (2005) quienes observaron que la aplicación foliar de miel de abeja en *Lilium cv Stargazer*, incrementó el diámetro basal con respecto a su testigo sin miel.

4.3.- Número de botones

El número de botones por vara es importante, porque determina en gran medida la categoría de calidad del producto. Una vara con mayor número de botones es más atractiva y se vende a mejor precio que una vara con pocos botones.

Al realizar el análisis de varianza y comparación de medias, se encontró que no existe diferencia significativa para el factor A (concentración de fertilizante en el fertirriego) en la variable número de botones, lo que nos indica que las dosis de fertilizante no modificaron el número de botones producidos. Sin embargo, la dosis de 200 ppm fue 4.07% mejor que el testigo sin fertilización; lo que indica, posiblemente, que a esa dosis hubo menor aborto de flores.

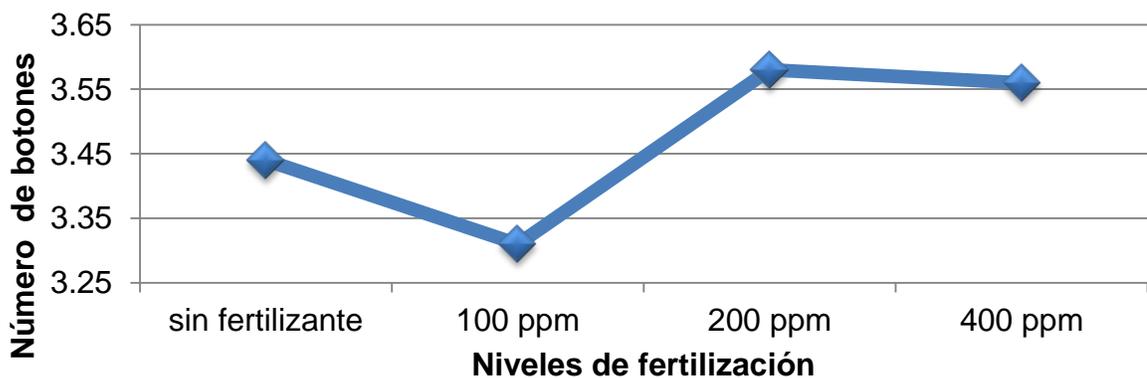


Figura 4.9. Número de botones de *Lilium cv Arcachon* ante fertirriegos con distintas concentraciones de fertilizante (factor A).

En los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para el factor B (frecuencia de aplicación) en la variable número de botones, no se

encontró diferencia significativa. Lo que indica que el número de botones no fue modificado debido a la frecuencia en que se aplicaron los fertirriegos. Sin embargo, se observó una respuesta ligeramente decreciente al aumentar el número de fertirriegos por semana. Fertirriegos 1 vez/semana produjeron de 4.07% a 5.29% más botones que fertirriegos 2 y 3 veces/semana respectivamente. Probablemente el incremento de fertirriegos también provocó la acumulación de sales, modificó la conductividad eléctrica, provocando estrés salino y abortos florales.

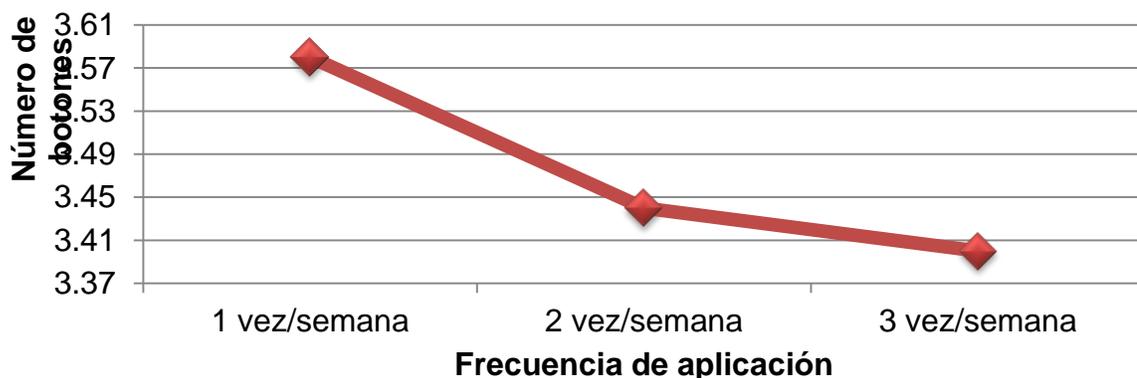


Figura 4.10. Número de botones de *Lilium* cv Arcachon ante fertirriegos con distintas frecuencias de aplicación (factor B).

Para el factor C (dosis de melaza), los resultados del análisis de varianza y comparación de medias, arrojaron una respuesta estadística no significativa de la variable número de botones. Lo que indica que el número de botones no fue modificado por la aplicación de melaza. Sin embargo, aplicaciones de 16 L/ha produjeron 2.59% más botones que el testigo sin melaza.

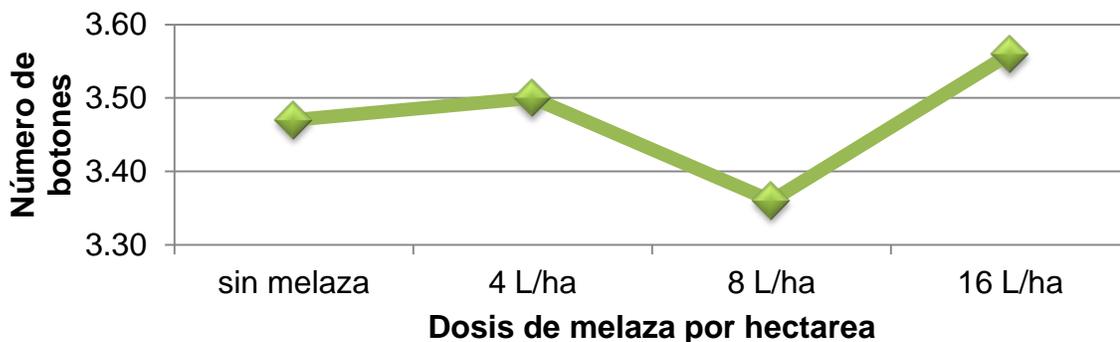


Figura 4.11. Número de botones de *Lilium* cv Arcachon ante fertirriegos complementados con distintas dosis de melaza (factor C).

Ninguna de las interacciones de los factores tuvieron diferencia significativa para la variable número de botones, lo que indica que la respuesta de cada factor fue independiente uno de otro.

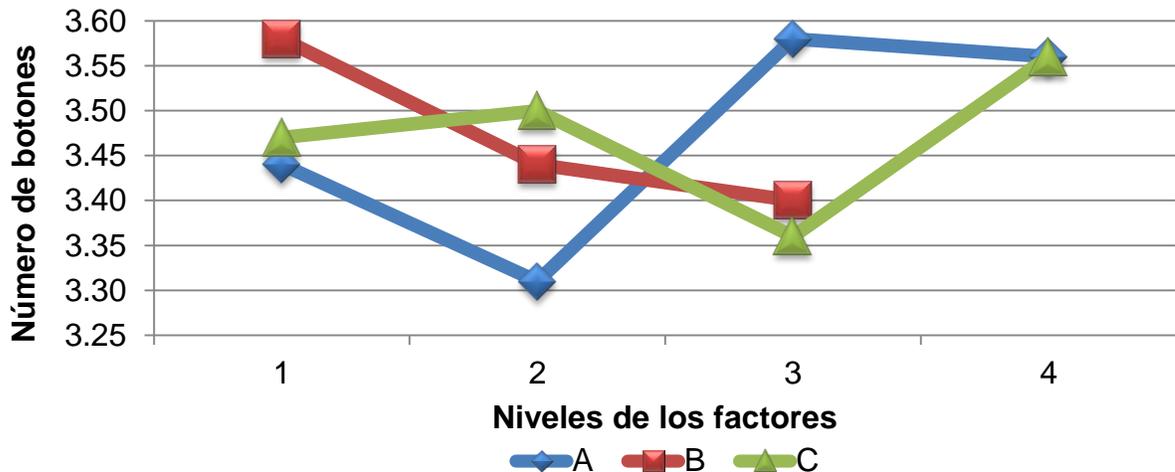


Figura 4.12. Número de botones de *Lilium* cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintas dosis de fertilizante (factor A); frecuencias de aplicación (factor B) y dosis de melaza (factor C).

Los resultados concuerdan con lo descrito por Herreros (1983), quien menciona que en igualdad de condiciones en el cultivo de *Lilium* spp, el número de flores por tallo depende del tamaño del bulbo. Concuerda con Reyes (1999) quien aplicó 100, 200 y 400 ppm de la fórmula 50-45-50 en *Lilium* var. Dreamland sin encontrar diferencia significativa en el número de botones por tallo. Concuerda con Cipriano (1999) quien trabajó con *Lilium* var. Casa Blanca sin encontrar diferencias significativas en sus tratamientos al aplicar 100, 200 y 400 ppm de la fórmula 50-45-50 una y dos veces por semana.

4.4.- Longitud de botón

Las dimensiones del botón floral en *Lilium* spp son importantes. La longitud de éste órgano determina que tan grande será la flor abierta, por lo regular el diámetro de la flor abierta es dos veces la longitud de botón. Las flores más grandes son más atractivas que las flores pequeñas y se venden a mejor precio que éstas últimas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey con $p \leq 0.01$, no existe diferencia significativa entre los tratamientos para el factor A (concentración de fertilizante en el fertirriego) en la modificación de la longitud de botón, lo que indica que la concentración a la que se aplicaron los fertilizantes, no influyeron en el crecimiento de los botones florales. Sin embargo, la aplicación de fertilizante mejoró la longitud de botón desde un 3.78% en el nivel con 200 ppm, hasta un 5.67% en el nivel con 100 ppm de fertilizante en el fertirriego. Estos resultados muestran que un apoyo bajo en fertilización, mejoran ligeramente la longitud de botón floral en *Lilium* spp.

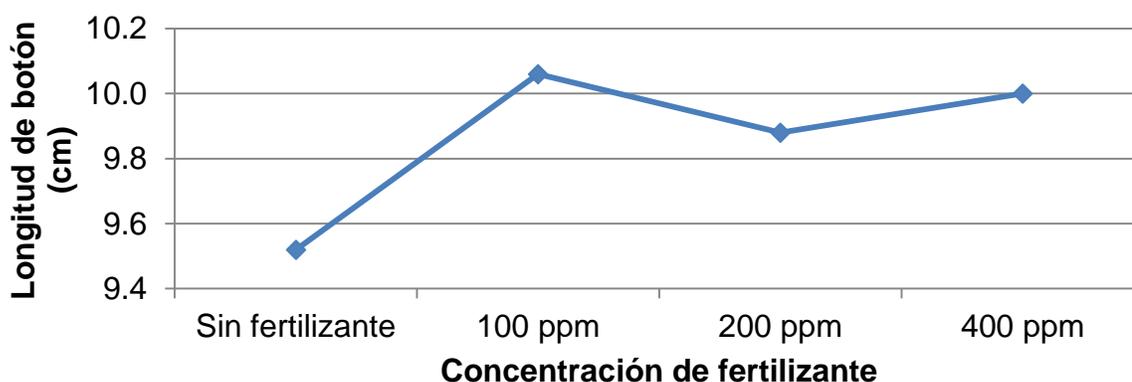


Figura 4.13. Longitud de botón de *Lilium* cv Arcachon ante distintas concentraciones de fertilización (factor A)

En los resultados del factor B (Frecuencia de aplicación del fertirriego) no se encontró diferencia significativa, lo que indica que las frecuencias a las que se aplicaron los fertirriegos no modificaron la longitud del botón floral. Sin embargo, aplicaciones con periodicidad de 2 veces/semana resultaron ser 0.2% y 0.5% mejores que frecuencias de 1 y 3 veces/semana respectivamente.

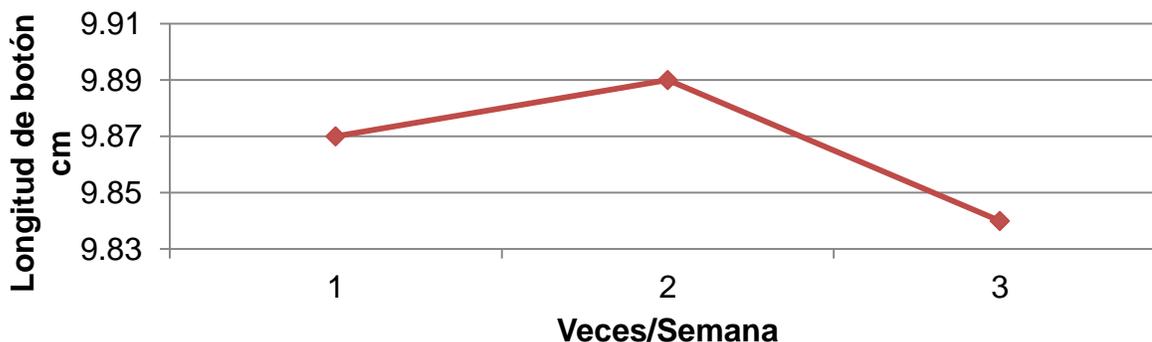


Figura 4.14. Longitud de botón floral de *Lilium* cv Arcachon ante la variación de frecuencias de aplicación de fertirriego (factor B)

Para el factor C (dosis de melaza por hectárea), los resultados del análisis estadístico indicaron que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, en la aplicación de melaza en el fertirriego, lo que significa que la aplicación de melaza no modificó la longitud del botón floral. Sin embargo, aplicaciones de 4 y 8 L/ha mejoraron alrededor de un 2% la longitud de botón, en cambio aplicaciones de 16 L/ha disminuyeron 1.02% la longitud del botón floral con respecto al testigo sin melaza.

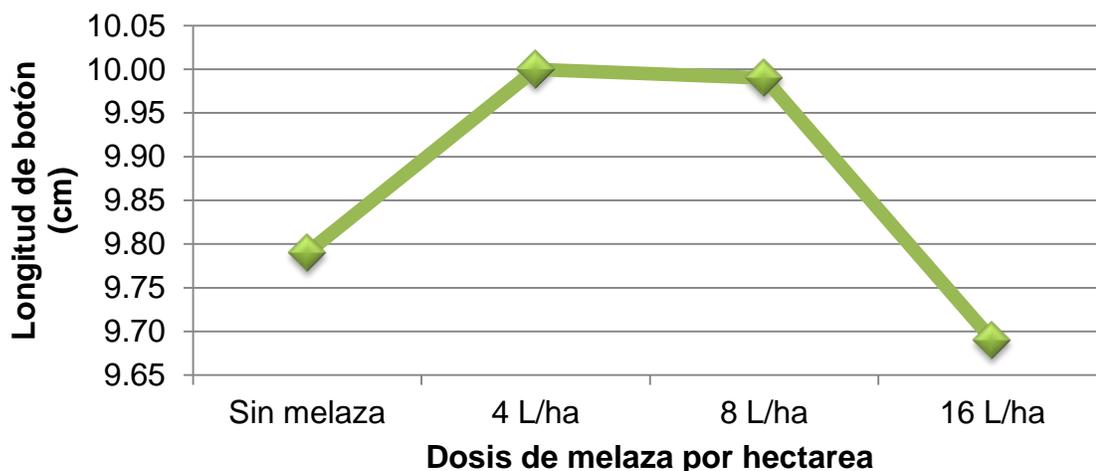


Figura 4.15. Longitud de botón de *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de melaza a distintas dosis por hectárea (factor C).

Ninguna de las interacciones de los factores tuvo diferencia significativa en la variable longitud de botón, lo que indica que el efecto de cada factor fue independiente uno del otro.

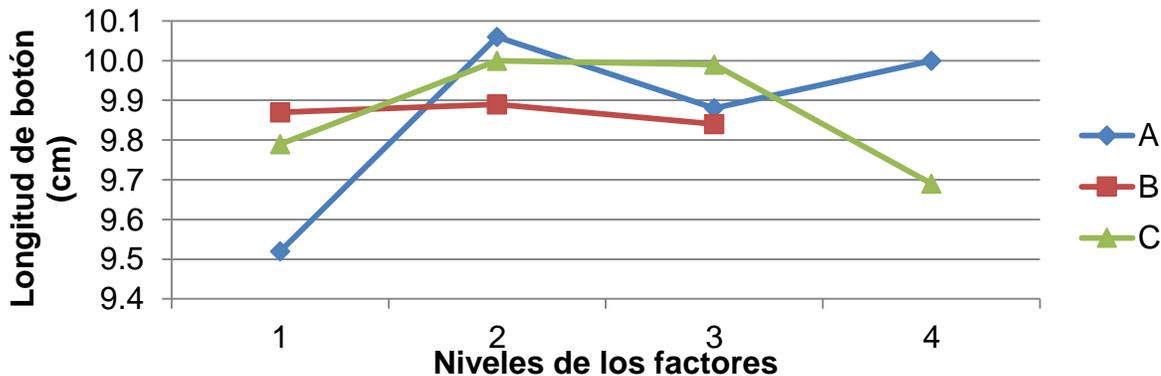


Figura 4.16. Longitud botón de *Lilium* cv Arcachon, ante fertilizaciones con distintas dosis de fertilizante (factor A); frecuencias de aplicación (factor B) y dosis de melaza (factor C).

Los resultados concuerdan con los de Reyes (1999) quien aplicó 100, 200 y 400 ppm de la fórmula 50-45-50, una y dos veces por semana, sin obtener diferencia significativa en longitud de botón de *Lilium* var. Dreamland. Coincide con Cipriano (1999) quien trabajó con *Lilium* var. Casa Blanca aplicando fertirriegos una y dos veces por semana con 100, 200 y 400ppm sin encontrar diferencia significativa. También coinciden con lo reportado por Contreras (2008), quien aplicó fertirriegos 1 y 3 veces por semana sin encontrar diferencia significativa en la longitud de espiga en gladiola.

4.5.- Diámetro de botón

El diámetro de botón es importante porque refleja la nutrición que han llevado las varas de *Lilium*, además influye en la apariencia del producto. Los botones con diámetros grandes son más atractivos que los botones con diámetros pequeños. En el mercado son preferidas las varas con abundantes botones y que éstos tengan diámetros grandes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey con $p \leq 0.01$, no existe diferencia significativa en la variable diámetro de botón en el factor A (concentración de fertilizante). Lo que indica que la concentración de fertilizante no modificó el diámetro de botón. Sin embargo, se observó una tendencia de crecimiento al aumentar la dosis de fertilizante. El nivel con 400 ppm superó a todos los niveles, incluyendo al testigo sin fertilizante, de 2.89% hasta 3.75%.

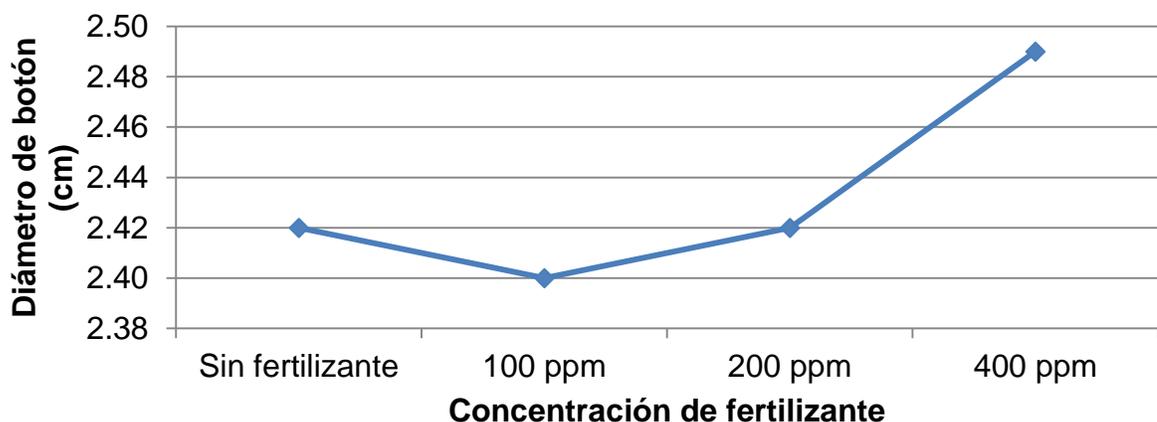


Figura 4.17. Diámetro de botón de *Lilium* cv Arcachon ante fertilizaciones con distintas dosis (factor A)

En los resultados obtenidos para el factor B (frecuencia de aplicación) en la variable diámetro de botón, no se encontró diferencia significativa. Lo que indica que el diámetro de botón no fue modificado debido al cambio en la frecuencia de aplicación de los fertirriegos. Sin embargo, fertirriegos en orden de 3 vez/semana produjeron botones mas gruesos, de 1.23 % a 3.35 % mayor medida que fertirriegos 1 y 2 veces por semana respectivamente.

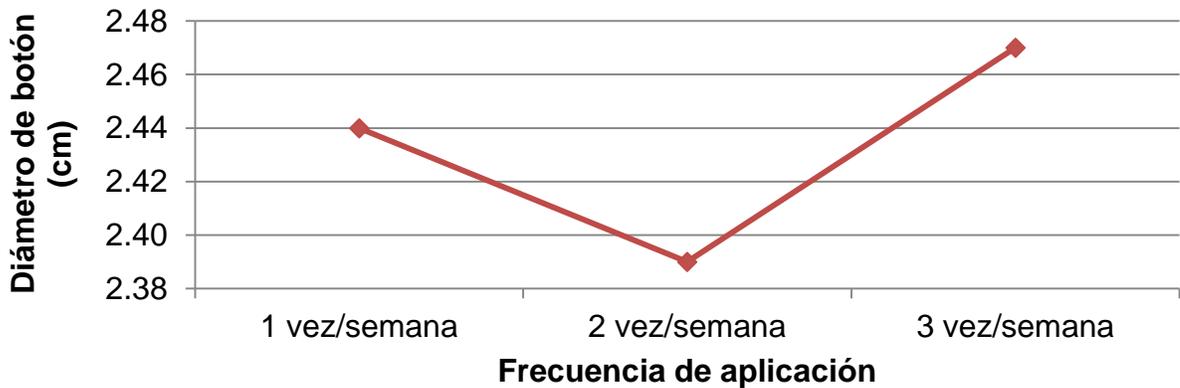


Figura 4.18. Diámetro de botón de *Lilium cv Arcachon* ante distintas frecuencias de aplicación de fertirriegos (factor B).

Para el factor C (dosis de melaza) en la variable diámetro de botón, tampoco se encontró diferencia estadística significativa. Lo que indica que el diámetro de los botones florales, no fue modificado debido a la aplicación de melaza. Sin embargo, se observó una mejora de 2.45 % a 5.46 % en el grosor de los botones del nivel C₁ (4 L/ha), comparado con los demás niveles incluyendo al testigo sin melaza.

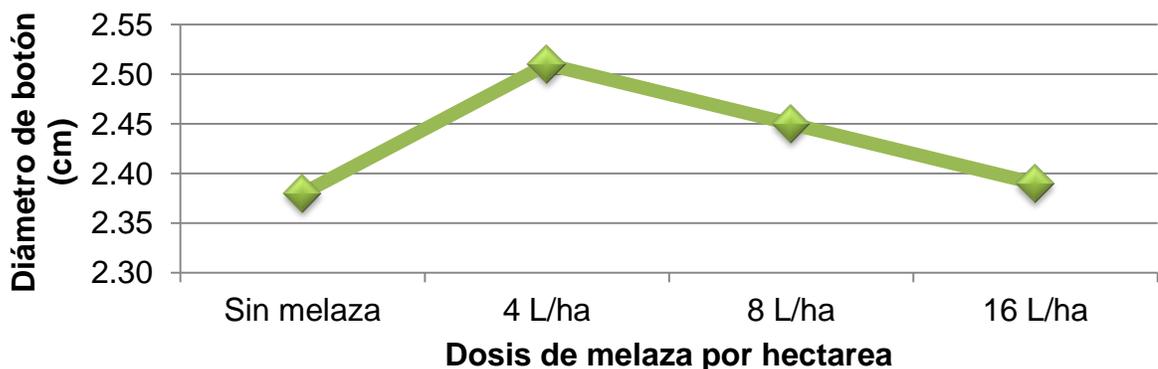


Figura 4.19. Diámetro de botón de *Lilium cv Arcachon* ante la aplicación de melaza en distintas dosis (factor C)

Los resultados del análisis estadístico para la interacción de factores, en la variable diámetro de botón, no arrojaron diferencia significativa en ninguna de las combinaciones. Lo que indica que el efecto de cada factor fue independiente uno del otro.

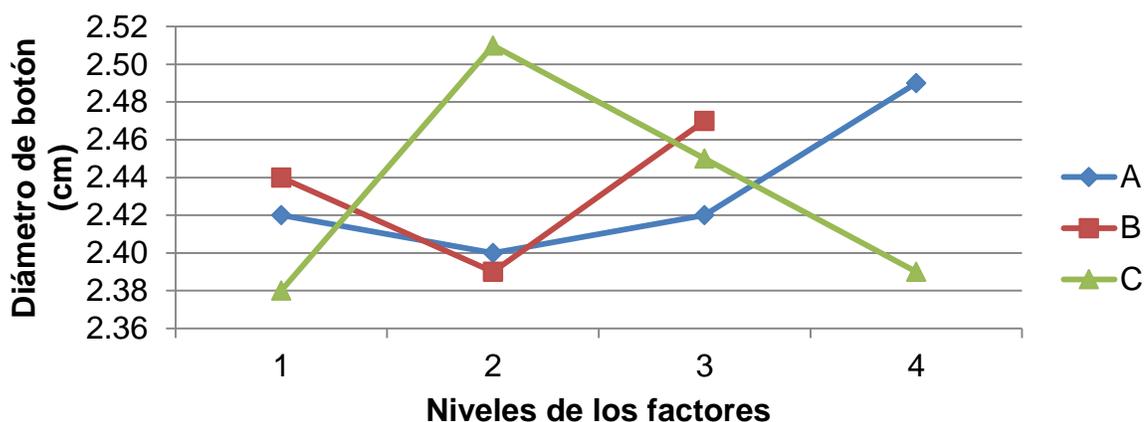


Figura 4.20. Diámetro de botón de *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de fertirriegos con distintas concentraciones de fertilizante (factor A); distintas frecuencias de aplicación (factor B) y aporte de melaza en distintas dosis (factor C).

Los resultados concuerdan con lo reportado por Reyes (1999) quien tampoco encontró diferencia significativa en el diámetro de botón de *Lilium* cv. Dreamland aplicando fertirriegos una y dos veces por semana con 100, 200 y 400 ppm de la fórmula 50-45-50. Difiere con Cipriano (1999) quien trabajó con *Lilium* cv. Casa Blanca y encontró que aplicaciones de 200 y 400 ppm de la fórmula 50-45-50 incrementaron el diámetro de botón hasta en un 6.25% comparado con aplicaciones de 100 ppm. Difiere con Moreno (2000) quien encontró que aplicaciones de 100 ppm de la fórmula 80-20-40 una vez por semana, incrementan 15.87% el diámetro de botón de girasol ornamental en comparación con aplicaciones dos veces por semana.

4.6.- Número de hojas por planta

El número de hojas que poseen las plantas de *Lilium* es importante, porque son los principales órganos en donde se transforma la energía luminosa en energía química (ATP), necesaria para hacer funcionar todo el sistema

metabólico. En plantas con mayor número de hojas podemos esperar mayor vigor que en plantas con pocas hojas.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey con $p \leq 0.01$, no existe diferencia significativa en la variable número de hojas por planta en el factor A (ppm de fertilizante en el riego). Lo que indica que las dosis de fertilizante que fueron aplicadas no modificaron significativamente la cantidad de hojas por planta. Sin embargo, se observó una respuesta positiva en el nivel A₁ (100 ppm), éste nivel superó al resto de los tratamientos de 1.33% a 2.24% incluyendo al testigo sin fertilizante.

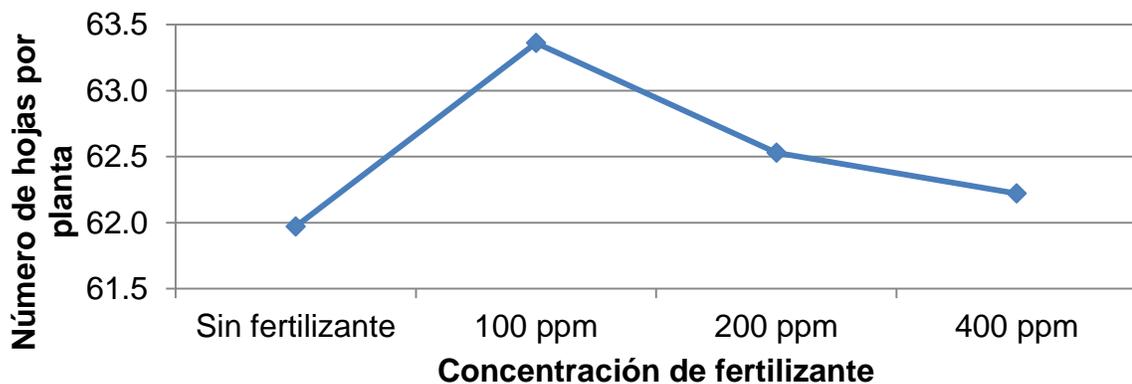


Figura 4.21. Número de hojas por planta de *Lillium* cv Arcachon, en la aplicación de fertirriegos con distintas concentraciones de fertilizante (factor A).

En los resultados estadísticos del factor B (frecuencia de aplicación) en la variable número de hojas por planta, no se encontró diferencia significativa, lo que indica que el número de hojas por planta, no fue modificado debido a la variación de la frecuencia de aplicación de los fertirriegos. Sin embargo, se pudo observar una disminución gradual del número de hojas por planta al incrementar la frecuencia de aplicación. La mejor frecuencia de aplicación observada fue la de una vez/semana, ésta superó a los niveles dos y tres de 2% a 4.18% respectivamente. Estos porcentajes representan una a dos hojas de diferencia.

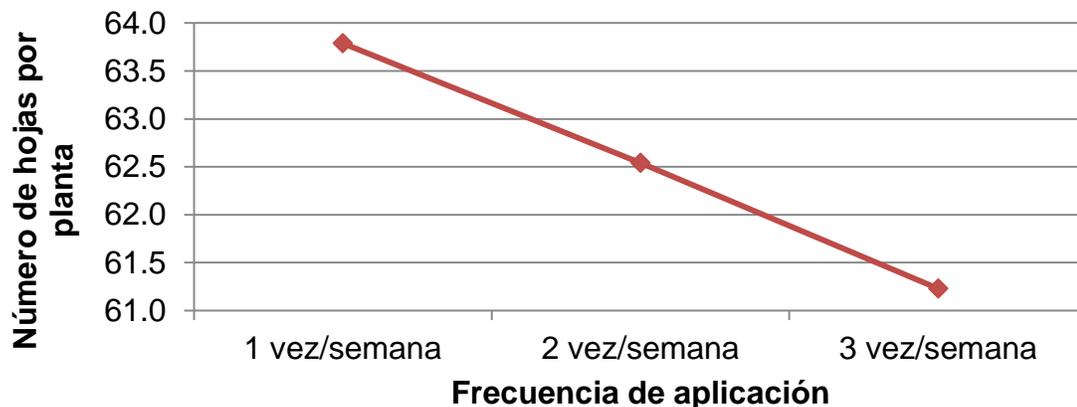


Figura 4.22. Número de hojas por planta de *Lilium* cv Arcachon ante distintas frecuencias de aplicación de fertirriegos (factor B)

Para los resultados del factor C (dosis de melaza por hectárea) en el análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey con $p \leq 0.01$, no se encontró diferencia significativa en la variable número de hojas por planta, lo que indica que la melaza aplicada no modificó significativamente ésta variable. Sin embargo, se observó un leve incremento en los niveles C₂ y C₃ (8 L/ha y 16 L/ha respectivamente) ambos del 1.96% con respecto al testigo sin melaza. Contrariamente, en el nivel C₁ (4 L/ha) se obtuvo una disminución del 1.11% de hojas con respecto al testigo.

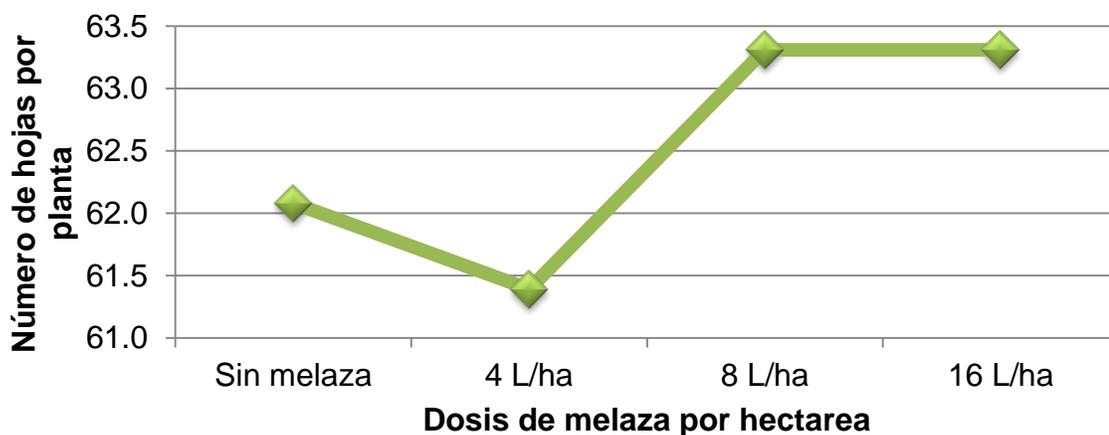


Figura 4.23. Número de hojas por planta de *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de melaza en el fertirriego (factor C).

Los resultados estadísticos de la interacción de los factores A y B (Concentración de fertilizante y frecuencia de aplicación, respectivamente),

mostraron una diferencia altamente significativa. Lo que indica que entre la concentración de fertilizante y la frecuencia de aplicación, guardan una relación dependiente. Ésta relación afecta el número de hojas por planta, pues al incrementar la frecuencia de aplicación o la concentración de fertilizante se disminuye la cantidad de hojas por planta. La mejor combinación entre estos factores resultó en sus niveles A₀ y B₂ (100 ppm de fertilizante aplicados 1 vez/semana).

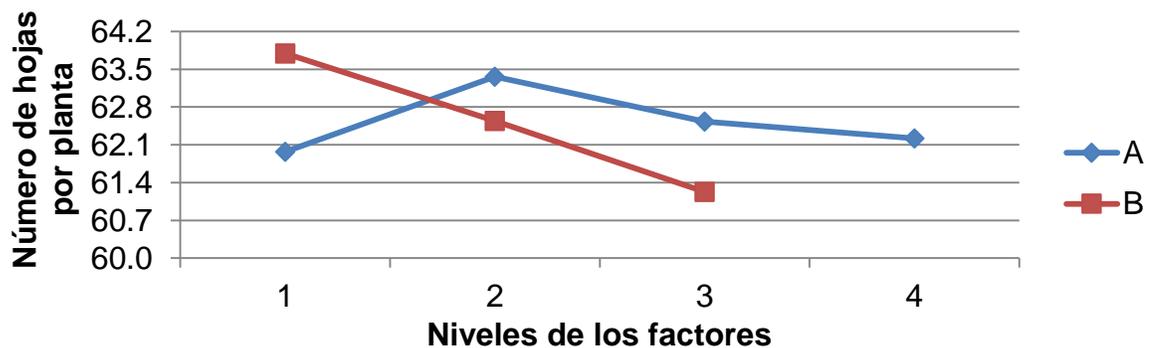


Figura 4.24. Número de hojas de *Lilium* cv Arcachon ante distintas frecuencias de fertirriego (factor B) y concentración de fertilizante (factor A).

Las interacciones de los factores A x C, B x C, y la triple interacción A x B x C no mostraron diferencia significativa en los resultados de su análisis estadístico para la variable número de hojas secas por planta. Lo que significa que cada factor trabajó de forma independiente en éste experimento (figura 4.25).

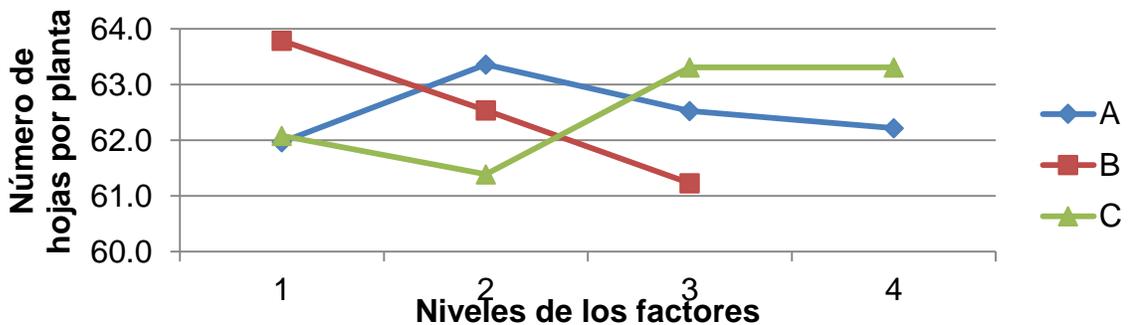


Figura 4.25. Número de hojas de *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de fertirriegos con distinta concentración de fertilizante (factor A); distinta frecuencia de aplicación (factor B) y aporte de melaza en distintas dosis (factor C).

Los resultados coinciden con lo reportado por Arjona *et al.*, (2004) quienes aplicaron melaza al 2% p/v vía foliar al cultivo de cebolla sin encontrar diferencia significativa en el número de hojas por planta. Difiere con Betancourt *et al.*, (2005) quienes obtuvieron 28 % a 32 % más hojas al aplicar miel de abeja al 2 % vía foliar en el cultivo de *Lilium* cv Stargazer. Difiere con Santiago (2011) quien si encontró diferencia significativa en el número de hojas por planta de cilantro al aplicar distintas dosis de fertilizante, viéndose reducido el número cuando fertilizó con más de 50 ppm.

4.7.- Número de hojas secas por planta

El número de hojas secas por planta es importante, porque nos da una idea del manejo nutricional y las condiciones de estrés en que se está desarrollando el cultivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey con $p \leq 0.01$, existe diferencia altamente significativa en la variable número de hojas secas por planta, en el factor A (concentración de fertilizante). Lo que indica que los niveles de éste factor, modificaron el número de hojas secas por planta. La concentración que indujo menor pérdida de hojas fue la de 400 ppm (nivel A₃), éste nivel evitó la pérdida de 2-5 hojas por planta, de 23.29 a 58.84 % comparado con el resto de los niveles incluyendo al testigo sin fertilizante.

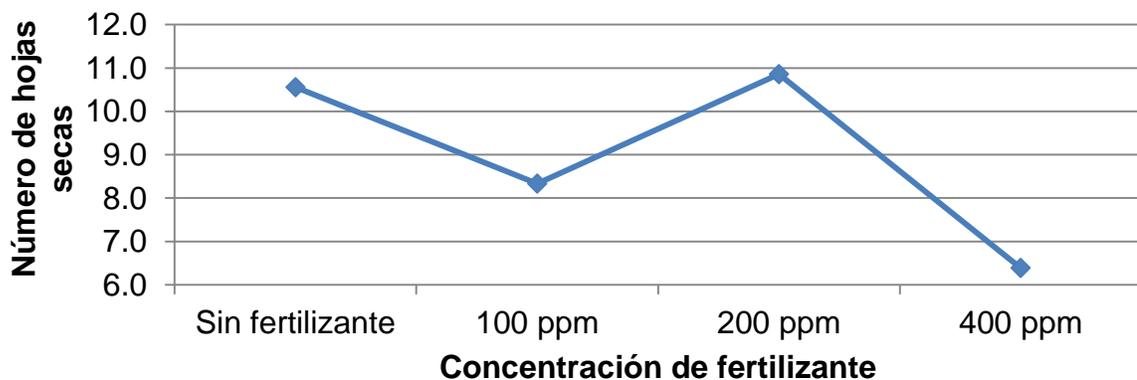


Figura 4.26. Número de hojas secas por planta, en *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de fertilizantes con distinta concentración (factor A).

En los resultados del factor B (frecuencia de aplicación), no se encontró diferencia significativa. Lo que indica que el número de fertirriegos por semana no modificó la cantidad de hojas secas por planta. Sin embargo, se pudo observar que el incremento de fertirriegos indujo mayor pérdida de hojas, hasta un 7.82% (0.68 hojas) en aplicaciones 3 vez/semana comparado con aplicaciones en orden de 1 ve/semana.

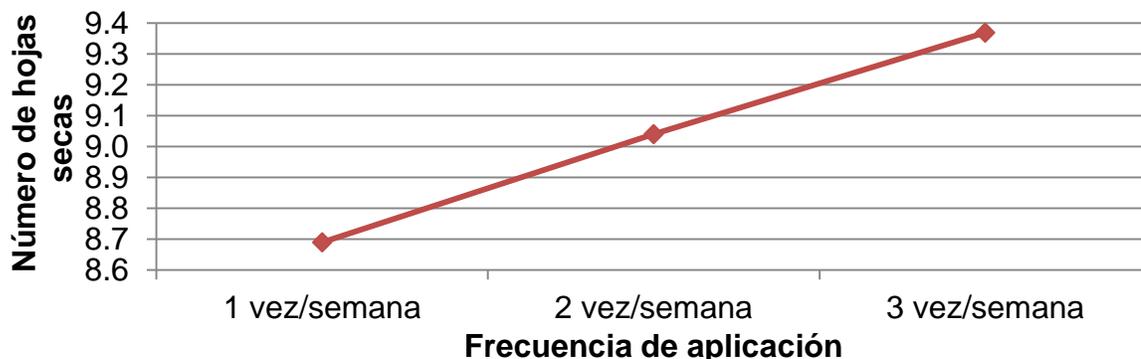


Figura 4.27. Número de hojas secas por planta en *Lilium* cv Arcachon, ante la variación de frecuencia de aplicación de fertirriegos (factor B).

Para los resultados del factor C (dosis de melaza), tampoco se encontró diferencia significativa en la variable número de hojas secas por planta. Lo que indica que la melaza, en sus niveles aplicados, no modificó la cantidad de hojas secas. Sin embargo, se pudo observar un incremento del 4.54% de pérdida de hojas en el nivel C₁ (4 L/ha) comparado con el testigo sin melaza. Los niveles C₁, C₂, y C₃ formaron una curva con tendencia a disminuir el número de hojas secas, pudiendo reducir hasta un 5.46% (0.6 hojas) en el nivel C₃ (16 L/ha) comparado con el testigo sin melaza.

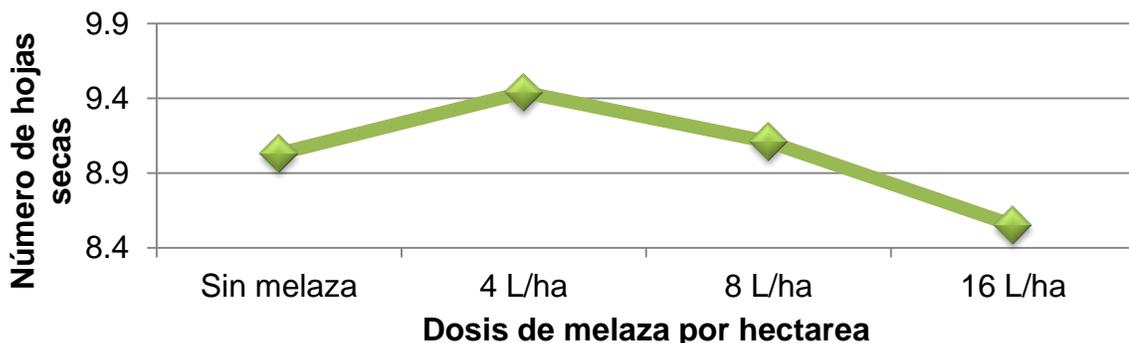


Figura 4.28. Numero de hojas secas por planta en *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de melaza (factor C).

La interacción AxB (concentración de fertilizante y frecuencia de aplicación) obtuvo diferencia altamente significativa, lo que indica que existe dependencia entre éstos dos factores. La muerte de las hojas dependió de la concentración de fertilizante en el riego y de la frecuencia de aplicación. A mayor concentración de fertilizante se conservaron más hojas, pero a mayor frecuencia de aplicación la senescencia de hojas se incrementó. La mejor combinación fue A₄B₁ (400 ppm de fertilizante aplicados 1 vez/semana).

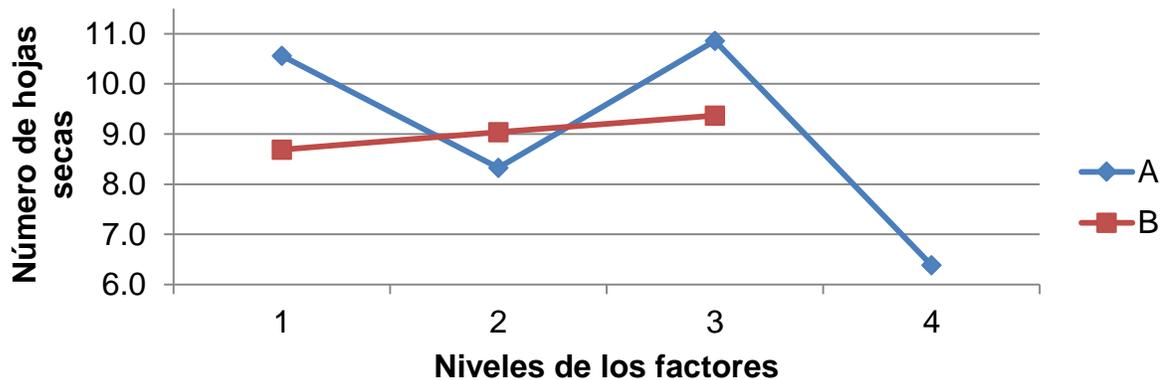


Figura 4.29. Número de hojas secas de *Lilium* cv Arcachon ante fertirriegos con distintas concentraciones de fertilizante (factor A) y distintas frecuencias de aplicación (factor B).

Los resultados difieren con Arjona *et al.*, (2004) quienes evaluaron la aplicación foliar de melaza al 10 % en el cultivo de cebolla obteniendo un retraso en la senescencia (doblado de rama). Difiere con Ramos, (2013) quien al aplicar fertilizaciones a su testigo 5,10,15,20,25 y 30 % más concentradas no obtuvo diferencia significativa en el número de hojas de un cultivo de Crisantemo.

4.8.- Ancho de hojas

Las dimensiones de ancho y largo de las hojas son importantes porque determinan el área foliar que poseen las plantas, el área fotosintéticamente activa, que es el lugar donde las plantas sintetizan los carbohidratos que son la fuente de energía utilizada para su crecimiento y desarrollo. Hojas de mayor tamaño pueden captar más luz y generar más carbohidratos que hojas pequeñas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey con $p \leq 0.01$, no existe diferencia significativa en la variable ancho de hojas en el factor A (concentración de fertilizante). Lo que indica que las concentraciones de fertilizante que se aplicaron, no modificaron el ancho de las hojas. Sin embargo, la aplicación de fertilizante incrementó el ancho de las hojas desde 4.87% hasta 6.25% en todos los niveles comparados contra el testigo sin fertilizante.

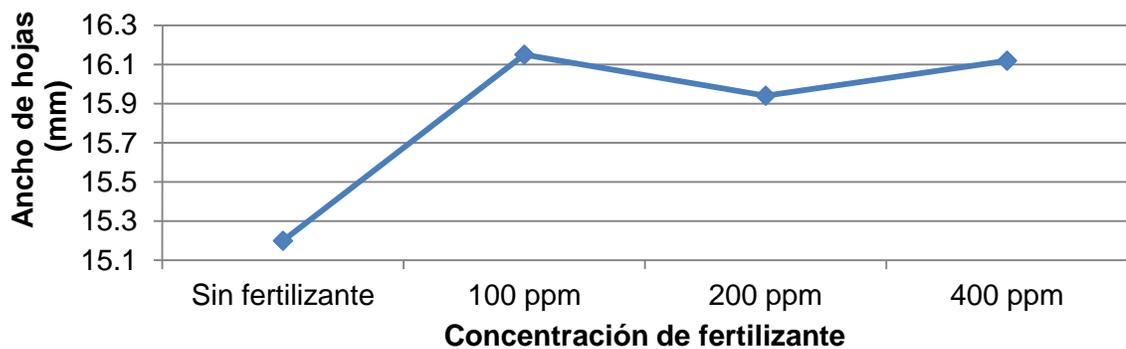


Figura 4.30. Ancho de hojas de *Lilium* cv Archchon ante la fertilización con distintas concentraciones de fertilizante (factor A)

En los resultados estadísticos del factor B (Frecuencia de aplicación) en la variable ancho de hojas, se encontró que no existe diferencia significativa entre los niveles del factor. Lo que indica que el ancho de las hojas no fue modificado significativamente por el cambio en las frecuencias de aplicación. Sin embargo, se encontró que el incremento en la frecuencia de aplicación, disminuyó el ancho de las hojas hasta un 1.81% en el nivel B₃ (3 vez/semana) comparado con el nivel B₁ (1 vez/semana).

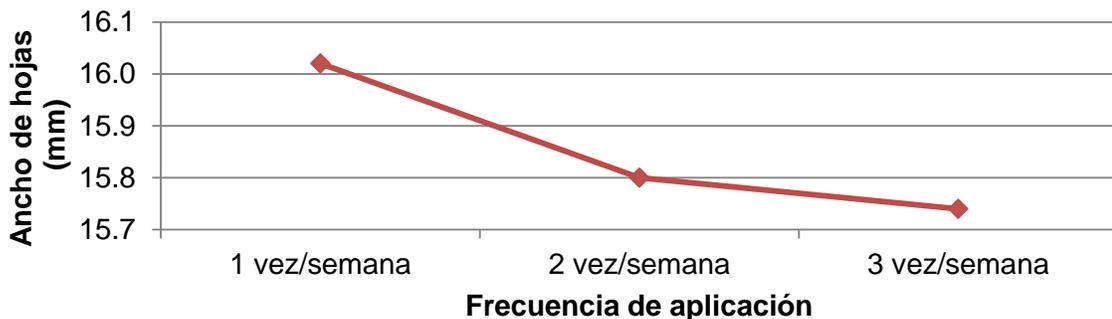


Figura 4.31. Ancho de hojas de *Lilium* cv Archchon ante la variación de frecuencias de aplicación de fertilizante y melaza (factor B).

Para los resultados del factor C (dosis de melaza por hectárea), en la variable ancho de hojas, tampoco se encontró diferencia significativa en ninguno de sus niveles aplicados. Lo que indica que el ancho de las hojas no fue modificado por la aplicación de melaza. Sin embargo, se observó una disminución de la variable alcanzando los valores más bajos en el nivel C₂ (8 L/ha de melaza); ésta disminución del ancho de hoja fue de 2.99 % con respecto al testigo sin aplicación de melaza.

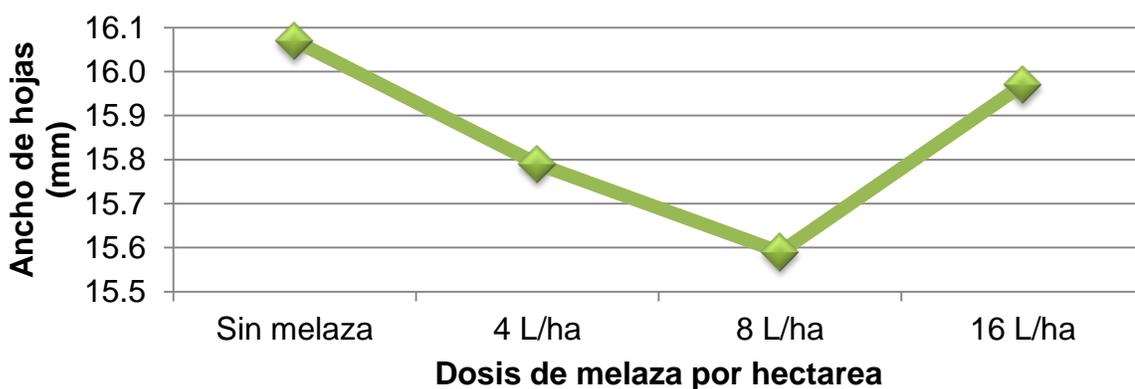


Figura 4.32. Ancho de hojas de *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de melaza (factor C)

Al analizar los resultados estadísticos de las interacciones de los tres factores, no se encontró diferencia significativa en ninguna de las combinaciones, lo que indica que el efecto de cada factor fue independiente uno del otro y quiere decir que, estadísticamente, el ancho de las hojas no fue modificado por la combinación de los factores.

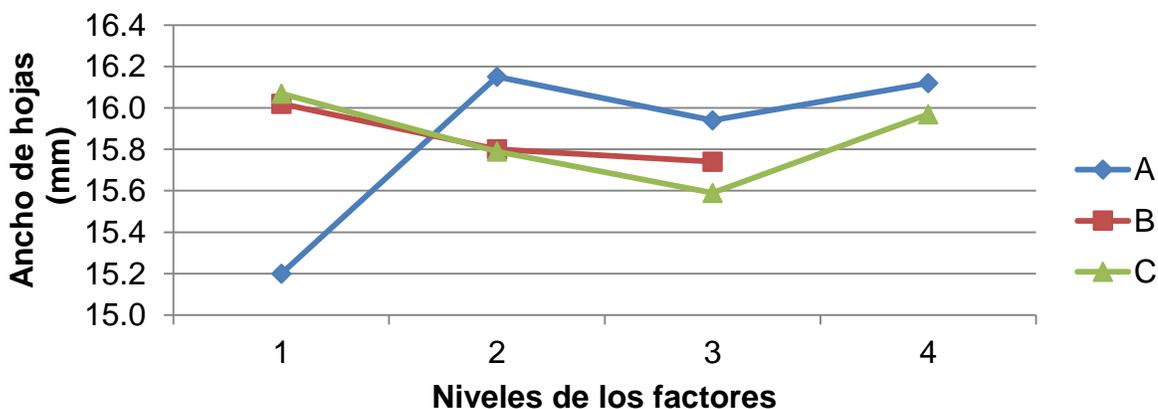


Figura 4.33. Ancho de hojas de *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de fertirriegos con distinta concentración (factor A); distinta frecuencia de aplicación (factor B) y aporte de tres dosis de melaza (factor C).

Los resultados obtenidos concuerdan con Cárdenas (2013), quién tampoco encontró diferencia significativa en el ancho de hoja de plántulas de cebolla, al aplicar fertilizaciones inorgánicas con niveles altos, medios y bajos. También concuerdan con Santiago (2011), quien aplicó distintas concentraciones de nitrógeno y fósforo al cultivo de cilantro, sin encontrar diferencias significativas en el ancho de limbo de sus tratamientos. Sin embargo, los resultados obtenidos difieren con Hernández (1999) quien obtuvo mayor ancho de hoja en el cultivo de crisantemo al aplicar fertilizaciones a 200 ppm de la fórmula 120-40-80, en comparación con fertilizaciones que fueron desde 100 ppm hasta 1600 ppm.

4.9.- Largo de hojas

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey con $p \leq 0.01$, en el factor A (concentración de fertilizante en el fertirriego) de la variable largo de hojas, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los niveles. Lo que indica que la aplicación de fertilizante no modificó el largo de las hojas. Sin embargo, se pudo observar una disminución de la variable desde 1.64% hasta 4.64% al aplicar fertilizante, comparado con el testigo sin fertilización.

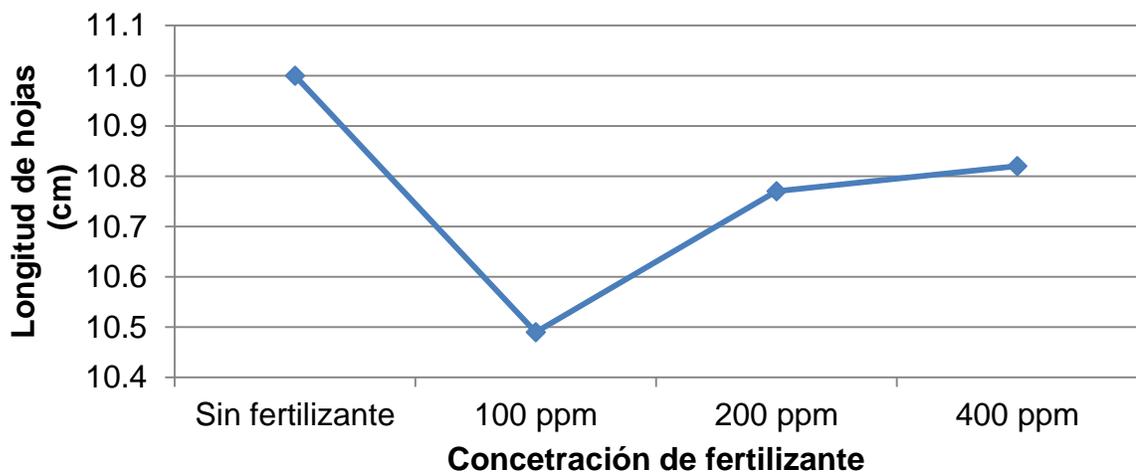


Figura 4.34. Longitud de hojas de *Liliium* cv Arcachon ante fertirriegos con distinta concentración de fertilizante (factor A)

En los resultados estadísticos de la variable largo de hojas en el factor B (frecuencia de aplicación), no se encontró diferencia estadísticamente significativa; lo que indica que la variación de la frecuencia de aplicación de fertirriegos no modificó la longitud de las hojas. Sin embargo, se encontró que la aplicación de fertirriegos en orden de 2 y 3 vez/ semana superaron más del 3% el largo de las hojas en comparación con frecuencias 1 vez/semana.

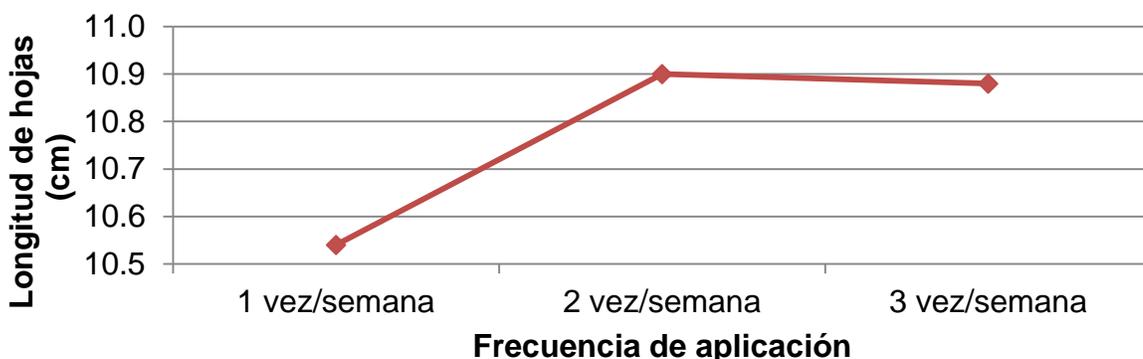


Figura 4.35. Longitud de hojas de *Lilium* cv Arcachon ante la variación de frecuencias de fertirriego (factor B).

Al analizar los resultados estadísticos del factor C (aplicación de melaza) en la variable largo de hojas, se encontró que tampoco existe diferencia significativa entre los niveles aplicados. Lo que significa que la melaza no tuvo influencia en el alargamiento de las hojas. Sin embargo, la aplicación de 4 L/ha de melaza incrementó 5.18 % la longitud de las hojas en comparación con el testigo sin melaza. Contrariamente al efecto anterior, la aplicación de 16 y 8 L/ha de melaza disminuyeron 2.87% y 3.43%, respectivamente, la longitud de las hojas con respecto al testigo sin melaza.

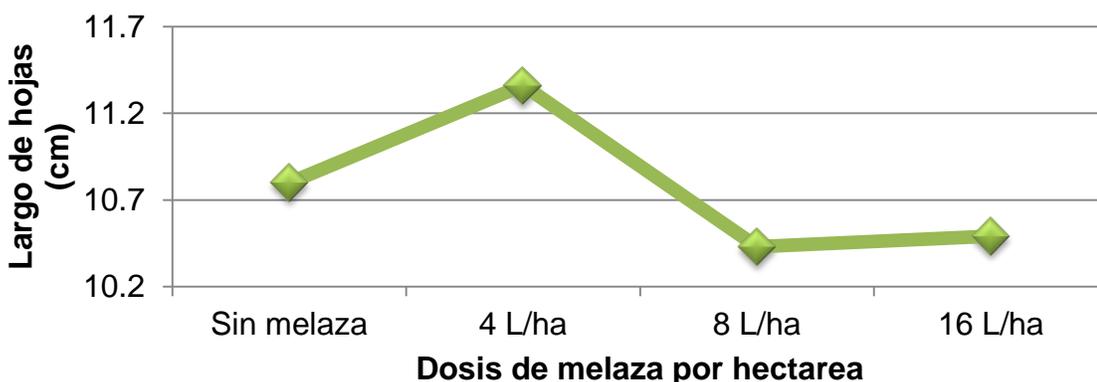


Figura 4.36. Longitud de hojas de *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de melaza en el fertirriego (factor C)

Para el caso de las interacciones de los factores, los resultados estadísticos indicaron, que ninguna de las combinaciones mostró diferencia significativa. Lo que significa que el efecto de cada factor fue independiente uno del otro. Esto indica que, estadísticamente, el largo de las hojas no fue modificado por la combinación y variación entre fertirriegos, frecuencia de aplicación y uso de melaza.

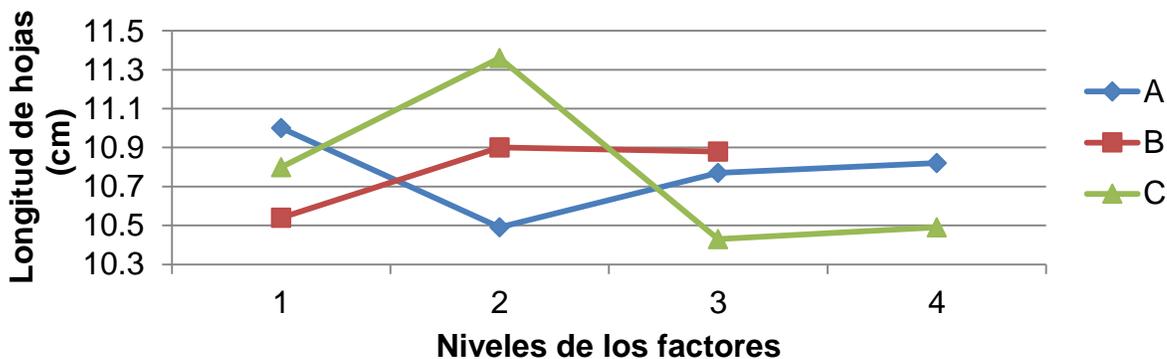


Figura 4.37. Longitud de hojas de *Lilium* cv Arcachon ante la aplicación de fertirriegos con distinta concentración (factor A); distinta frecuencia de aplicación (factor B) y aplicación de melaza (factor C).

Los resultados obtenidos difieren con lo reportado por Pérez (2009), quien aplicó fertilizantes organominerales y obtuvo diferencias significativas de 5.7 %, en incremento de la longitud de hojas de *Lilium* var. Brunello, comparado con su testigo sin fertilización.

Sin embargo, los resultados concuerdan con lo reportado por Santiago (2011), quién aplicó tres niveles de nitrógeno y cuatro niveles de fósforo, al cultivo de cilantro, sin encontrar diferencia significativa en el largo de los limbos. También coinciden con lo reportado por Nieves (2010), quien aplicó la solución hidropónica de Douglas al 100 %, 50 % y 25 % de sales, sin obtener diferencia significativa en el largo de las hojas de un cultivo de nochebuena.

V.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

- La aplicación de fertirriegos poco concentrados y en baja frecuencia mejora la altura y el diámetro de tallo.
- Los fertirriegos con niveles altos de fertilizante retrasan la senescencia de hojas.
- Existe interacción entre los factores frecuencia de aplicación y concentración de fertilizante que afectan la altura de plantas, número de hojas y número de hojas secas de *Lilium* spp.
- la melaza no modificó significativamente la fenología de las plantas en ninguno de sus niveles.
- Se sugiere realizar fertilizaciones con concentración de 200 ppm.
- Se recomiendan fertirriegos con frecuencia de dos veces/semana.
- Es conveniente monitorear la conductividad eléctrica de la solución de suelo. Ya que la interacción entre concentración de fertilizante y la frecuencia de aplicación es contraproducente al incrementarse cualquiera de las dos.
- El uso de melaza se deja a consideración del productor. En este experimento los mejores resultados se presentaron en la dosis de 4 L/ha.

VI.- LITERATURA CITADA

- Arjona, D. H; Herrera, B. J. E; Gómez, G. J. A; Ospina, A. J. 2004. Evaluación de la Aplicación de Urea, Melaza y Aminoácidos Sobre el Crecimiento y Rendimiento de la Cebolla de Bulbo (*Allium cepa* L. Grupo cepa) Híbrido Yellow Granex, en Condiciones de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*. 22(2): 177-184
- Arriaga, R., Gonzales, H., Olalde, P., Reyes, G., Castillo, G., Pérez, L., Aguilera, G. (2012) Contribución de fósforo al mejoramiento de calidad en *Lilium* spp y la relación con *Glomus fasciculatum* y *Bacillus subtilis*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:11, 125-139
- Ávila, A. de L; Bobone, A. E; Quiroga, N; Tuma, B. M. A. 2013. Floricultura. Cátedra de Floricultura. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 203 pp
- Bañón, A, S; Gonzalez, J, A; Fernandez, A; Cifuentes, D. 1993. Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa. Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- Balbuena, J.C. I. 2013. Respuesta del Limón Persa Crecido en contenedores a Fertilización de Presiembra, Fertirriego y Fertilizantes Organominerales. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 51 pp
- Barrera, A, E., Valdez, A, L, A., Castillo, G, A, M., Ibarra, J, L., Rodríguez, G, R., Alía, T, I. 2012. La Nutrición Potásica Afecta el Crecimiento y Fotosíntesis en *Lilium* spp cultivado en Turba Ácida. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 3:5 1011-1022

- Betancourt, O. M; Rodriguez, M. M. N; Sandoval, V. M; Gaytán, A. E. A. 2005. "Fertilización Foliar una Herramienta en el Desarrollo del Cultivo de *Lilium* cv. Stargazer" Revista Chapingo Serie Horticultura 11(2): 371-378
- Brewster, J. L. 1977. The physiology of the onion. Horticultural Abstracts. 47: 17-23.
- Cárdenas, E. M. I. 2013. Uso de Fertilizantes Inorgánicos y Organominerales en la Producción de Plántulas de Cebolla (*Allium cepa* L.) a Campo Abierto. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 81 pp
- Castro, C. R. 2009. Diferentes Frecuencias de Aplicación de Nutrientes Minerales en el Cultivo de Papaya "Maradol" bajo Condiciones de Fertirriego. Tesis de Maestría en Recursos Genéticos y Productividad. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 54pp
- CIBF, 1992. Centro Internacional de Bulbos de Flor. El cultivo De *Lilium* spp, Flor Cortada y en Maceta. Hillegom, Holanda. 40 pp.
- Cipriano, L. R. 1999. Evaluación de Tres Métodos de Fertirriego en el Cultivo de *Lilium* cv Casa Blanca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 68pp
- CONAGUA, 2000. Normales climatológicas de Saltillo Coahuila. Archivo electrónico [pdf]
- Contreras, F. F. 2008. Influencia del Uso de Sulfato de Amina como Suplemento de Fertilizante Sobre el Crecimiento y Producción de la Gladiola (*Gladiolus* spp) Variedad Sansusí. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 60ppm

- Cordeiro, D. S., Silveira, E. P., Kichel, A. N. 1993. Resposta da *Brassica napus* a doses e épocas de aplicacao de nitrogenio. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. (28)10: 1137-1142.
- Cortes, E. P. 2014. "Bulbos de Flor: Un Potencial Interesante". Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Gobierno de Chile. Chile. 7 pp
- Dunn, D., Stevens, G., Phipps B. y Dugger. P., 1999. The use of concentrated molasses soluble (CMS) as a nitrogen and sulfur fertilizer in cotton production. En: Richter *et al.*, (1999) *Proceedings Beltwide Cotton Conferences*. Orlando, Florida. Pp. 1275-1276.
- Fajardo, C. E. E., Sarmiento, F. S. C. 2007. Evaluación de la Melaza de Caña como Sustrato para la Producción de *Saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de Grado en Microbiología Industrial. Pontifica Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá, D.C. 120 pp.
- FIA, 2007. Fundación para la Innovación Agraria. Manual "Producción de Flores Cortadas V Región". Santiago, Chile. 88pp
- FICEDA, 2013. Fideicomiso para la Construcción y Operación de la Central de Abasto de la Ciudad de México. Disponible en <http://ficeda.com.mx> [consultado el 19 de febrero de 2015]
- Hernández, C. J. 1999. Influencia del Fertirriego en Dos Cultivares de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), Bajo el Criterio de PPM de Fertilizante en el Riego en Invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 82pp
- Herreros, D. L. M. 1983. Cultivo de *Lilium* spp (azucena hibrida). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid España. 28 pp
- Honing, P. 1974. Principios de Tecnología Azucarera. Segunda edición. Compañía Editorial Continental. México. 24-54pp

- Moreno, R. M. A. (2000) "Evaluación de Diferentes Criterios de Fertirriego en Girasol Ornamental para flor de corte". Tesis de licenciatura en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 88pp
- Murillo, J., Cabrera, F. y López, R. 1993. Influencia de la vinaza de remolacha, concentrada y despotasificada, sobre la emergencia, producción de biomasa y contenido de nutrientes de ryegrass. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal* 8: 37-47.
- Nasser, W., Rincón, C., Hernandez, Y., Isea, F. 2005. Efecto de la Melaza Sobre la Toxicidad Causada por Herbicidas a base de Glifosato en el Cultivo de la Lechosa (*Carica papaya*) "Maradol". *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 31:101-108.
- Nieves, E. J. E. 2010. Respuesta de la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) al uso de formulas hidropónicas y fertilizantes organominerales. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 110 pp
- NMX-Y-327-1998-SCFI. Normas para Animales- Melaza de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) – Especificaciones. Disponible en <http://200.77.231.100/work/normas/nmx/1998/nmx-y-327-1998.pdf> [Consultado el 30 de junio de 2014]
- Ortega, B. R., Correa, B. M., Olate, M. E. 2006. Determinación de las Curvas de Acumulación de Nutrientes en tres Cultivares de *Lilium* spp Para Flor de Corte. *Agrociencia* 40(1): 77-88
- Parra, S.T; Lara, M. P; Villareal, R. M; Hernández, V. S. 2012. Crecimiento de Plantas y Rendimiento de Tomate en Diversas Relaciones Nitrato/Amonio y Concentraciones de Bicarbonato. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 35(2): 143-153

- Pérez, D. G. del R. 2009. Aplicación de Fertilizantes Órganominerales y Biorreguladores de Crecimiento en la Producción de Lilis var. Brunello. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 86 pp
- Preciado, R. P; Castillo, G. A. B; Torres, J. L. T; Shibata, J. K; L T Chávez, L. T; Garza, A. M. (2002) Nitrógeno y Potasio en la Producción de Plántulas de Melón. Terra 20:67-76.
- Ramos, S. M. F. 2013. Aplicación de Fitohormonas y Concentración de la Solución Nutritiva en Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 52 pp
- Reyes, B. E. 1999. Evaluación a la Respuesta de Tres Diferentes Métodos de Fertirriego en el cultivo de *Lilium* var. Dreamland. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 70 pp
- Santiago, R. J. 2011. Respuesta del Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) al Uso de Fertilizantes Inorgánicos y Organominerales. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 93 pp
- Rodríguez, M.M., Alcántar, G., Aguilar, A., Etchevers, J. y Santizó j. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Terra 16(2):135-141.
- Seeman, F. y Andrade, N. 1999. Cultivo y Manejo de Plantas Bulbosas Ornamentales. Valdivia Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias 221 pp
- SIAP, 2001-2014. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera: Sierra de la Producción Agrícola por Estado. Disponible en: www.siap.gob.mx [Consultado el 22 de mayo de 2014]

- Sosa, C., Gonzales C. P. 1973 Respuesta del maíz chalqueño fertilizado y no fertilizado a cuatro diferentes niveles de *Heterodera punctata* raza mexicana (Nemátoda: Heteroderidae). *Nematrópica* 3: 13-14
- Soto, G. A., Cover, P., Quintanilla, E., Pazos, L. 2004. Efecto de la Fertilización Fraccionada sobre el Rendimiento de Curcuma Longa (Zingiberaceae) en Guatuso, Alajuela. Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 28 (2): 107-111
- Swan, H., Karalazos, A. 1990. Las Melazas y sus Derivados. *Revista Tecnológica. Geplacea. España*. 19:1 78-82pp
- Tellez, D. 2004. Caracterización de las melazas empleadas en el proceso fermentativo de la destilería San Martín. *Industria de licores del valle*. Universidad del Valle. Tesis de pregrado en Bacteriología. Facultad de salud. Escuela de Bacteriología y Laboratorio clínico. Santiago de Cali. Cali, Colombia. 79pp
- Torres, G. J. A; Benavides, M. A; Ramírez, H; Robledo, T. V; González, F. J. A; Diaz, N. V. 2011. Aplicación de Lodo Industrial Crudo en la Producción de *Lilium* sp. en Invernadero. *Terra Latinoamericana* 29: 467-476
- Tosi, D. 1984. Indagini preliminari sulle asportazioni di elementi nutritivi in *Lilium* Mid Century e in *Lilium speciosum rubrum*. *Notiziario di ortoflorofrutticoltura*. 4: 135-138
- UJCM, 2009. Experimentación agrícola. Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua, Perú. 115pp
- USAID, 2006. Boletín técnico de producción: el uso agrícola de la melaza. La Lima, Cortes, Honduras. 1pp
- Valdés, D, A. 2014. Los Residuos Agrícolas de la Cosecha Cañera. Centro Gerencia Programas y Proyectos Priorizados. Ministerio Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Cuba. Disponible en <http://www.nest.unifei.edu.br> [Consultado el 30 de junio de 2014]

Valdez, A. L. A; Marín, M; Castillo, G. A. M; Pineda, J; Galván, L. J. J. 2011. Modeling Growth and Ion Concentration of Liliium in Response to Nitrogen: Potassium: Calcium Mixture Solutions. Journal of Plant Nutrition. 34: 12-26

Wikipedia, 2015. Liliium. Disponible en www.wikipedia.org/wiki/Liliium consultado el 13 de mayo de 2015.

Zamudio, G. B. 2008. Manejo de la Nutrición de Cultivos Ornamentales. XI Congreso Ecuatoriano de Ciencia del Suelo. Quito, Ecuador

APÉNDICE

Apéndice A.1 Análisis de varianza de la variable altura de planta.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Significancia
fert	3	712.3055	237.435185	13.45	<.0001 **
frec	2	351.7638	175.881944	9.96	0.0001 NS
mel	3	56.5833	18.861111	1.07	0.3664 NS
fert*frec	6	1112.4027	185.400463	10.50	<.0001 **
fert*mel	9	214.4166	23.824074	1.35	0.2226 NS
frec*mel	6	197.9583	32.993056	1.87	0.0943 NS
fert*frec*mel	18	973.8750	54.104167	3.06	0.0002 NS
rep	2	183.0138	91.506944	5.18	0.0073 NS
Error	94	1659.652	17.655881		
Total	143	5461.972			
CV	5.17 %				

GL= Grados de Libertad; rep= Repetición; fert= Fertilizante; frec= Frecuencia; mel= Melaza; NS= No Significativo; **= Altamente significativo; CV= Coeficiente de Variación.

Apéndice A.2 Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculada	Significancia
fert	3	6.3588	2.11962963	5.40	0.0018 NS
frec	2	0.4587	0.22937500	0.58	0.5597 NS
mel	3	1.2516	0.41722222	1.06	0.3691 NS
fert*frec	6	2.7756	0.46261574	1.18	0.3249 NS
fert*mel	9	1.6094	0.17882716	0.46	0.9007 NS
frec*mel	6	5.1495	0.85826389	2.18	0.0512 NS
fert*frec*mel	18	7.3093	0.40607253	1.03	0.4311 NS
rep	2	0.3004	0.15020833	0.38	0.6833 NS
Error	94	36.926	0.3928324		
Total	143	62.140			
CV	9.02 %				

GL= Grados de Libertad; rep= Repetición; fert= Fertilizante; frec= Frecuencia; mel= Melaza; NS= No Significativo; CV= Coeficiente de Variación.

Apéndice A.3 Análisis de varianza de la variable número de botones.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Significancia
fert	3	1.72222	0.57407407	1.07	0.3658 NS
frec	2	0.93055	0.46527778	0.87	0.4235 NS
mel	3	0.72222	0.24074074	0.45	0.7189 NS
fert*frec	6	4.90277	0.81712963	1.52	0.1792 NS
fert*mel	9	5.66666	0.62962963	1.17	0.3211 NS
frec*mel	6	7.06944	1.17824074	2.20	0.0501 NS
fert*frec*me	18	8.87500	0.49305556	0.92	0.5583 NS
rep	2	1.55555	0.77777778	1.45	0.2399 NS
Error	94	50.44	0.53664303		
Total	143	81.88			
CV	21.1 %				

GL= Grados de Libertad; rep= Repetición; fert= Fertilizante; frec= Frecuencia; mel= Melaza; NS= No Significativo; CV= Coeficiente de Variación.

Apéndice A.4 Análisis de varianza de la variable longitud de botón.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Significancia
fert	3	6.2238	2.074624	4.08	0.0090 NS
frec	2	0.0553	0.027659	0.05	0.9471 NS
mel	3	2.4742	0.824748	1.62	0.1895 NS
fert*frec	6	5.5262	0.921038	1.81	0.1051 NS
fert*mel	9	17.2413	1.915704	3.77	0.0004 NS
frec*mel	6	9.8135	1.635584	3.22	0.0064 NS
fert*frec*mel	18	19.8885	1.104920	2.17	0.0085 NS
rep	2	1.1423	0.571154	1.12	0.3295 NS
Error	94	47.79	0.51		
Total	143	110.16			
CV	7.23 %				

GL= Grados de Libertad; rep= Repetición; fert= Fertilizante; frec= Frecuencia; mel= Melaza; NS= No Significativo; CV= Coeficiente de Variación.

Apéndice A.5 Análisis de varianza de la variable diámetro de botón.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Significancia
fert	3	0.18259	0.06086	0.76	0.5170 NS
frec	2	0.18710	0.09355	1.17	0.3135 NS
mel	3	0.35997	0.11999	1.51	0.2180 NS
fert*frec	6	0.33376	0.05562	0.70	0.6516 NS
fert*mel	9	0.99467	0.11051	1.39	0.2048 NS
frec*mel	6	0.59957	0.09992	1.25	0.2860 NS
fert*frec*mel	18	2.90459	0.16136	2.03	0.0153 NS
rep	2	0.34234	0.17117	2.15	0.1223 NS
Error	94	7.49	0.08		
Total	143	13.39			
CV	11.6%				

GL= Grados de Libertad; rep= Repetición; fert= Fertilizante; frec= Frecuencia; mel= Melaza; NS= No Significativo; CV= Coeficiente de Variación.

Apéndice A.6 Análisis de varianza de la variable número de hojas.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Significancia
fert	3	39.46	13.155	0.28	0.8423 NS
frec	2	157.62	78.812	1.66	0.1965 NS
mel	3	97.35	32.451	0.68	0.5654 NS
fert*frec	6	1996.26	332.710	6.99	<.0001 **
fert*mel	9	546.00	60.667	1.27	0.2611 NS
frec*mel	6	349.37	58.229	1.22	0.3014 NS
fert*frec*mel	18	713.84	39.658	0.83	0.6576 NS
rep	2	111.12	55.562	1.17	0.3157 NS
Error	94	4474.87	47.061		
Total	143	8485.93			
CV	11.0 %				

GL= Grados de Libertad; rep= Repetición; fert= Fertilizante; frec= Frecuencia; mel= Melaza; NS= No Significativo; **= Altamente significativo; CV= Coeficiente de Variación.

Apéndice A.7 Análisis de varianza de la variable número de hojas secas.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Significancia
fert	3	473.07	157.69	28.09	<.0001 **
frec	2	11.34	5.67	1.01	0.3679 NS
mel	3	14.52	4.84	0.86	0.4637 NS
fert*frec	6	349.31	58.21	10.37	<.0001 **
fert*mel	9	152.78	16.97	3.02	0.0032 NS
frec*mel	6	57.20	9.53	1.70	0.1299 NS
fert*frec*mel	18	294.56	16.36	2.91	0.0004 NS
rep	2	16.26	8.13	1.45	0.2401 NS
Error	94	527.73	5.61		
Total	143	1896.82			
CV		26.2 %			

GL= Grados de Libertad; rep= Repetición; fert= Fertilizante; frec= Frecuencia; mel= Melaza; NS= No Significativo; **= Altamente significativo; CV= Coeficiente de Variación.

Apéndice A.8 Análisis de varianza de la variable ancho de hojas.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Significancia
fert	3	21.56	7.18	3.87	0.0117 NS
frec	2	2.20	1.10	0.59	0.5544 NS
mel	3	4.86	1.62	0.87	0.4579 NS
fert*frec	6	16.37	2.72	1.47	0.1971 NS
fert*mel	9	20.98	2.33	1.26	0.2719 NS
frec*mel	6	14.15	2.35	1.27	0.2786 NS
fert*frec*mel	18	45.02	2.50	1.35	0.1782 NS
rep	2	3.75	1.87	1.01	0.3684 NS
Error	94	174.64	1.86		
Total	143	303.58			
CV		8.6 %			

GL= Grados de Libertad; rep= Repetición; fert= Fertilizante; frec= Frecuencia; mel= Melaza; NS= No Significativo; CV= Coeficiente de Variación.

Apéndice A.9 Análisis de varianza de la variable largo de hojas.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Significancia
fert	3	4.80	1.60	0.49	0.6884 NS
frec	2	3.94	1.97	0.61	0.5479 NS
mel	3	19.82	6.60	2.03	0.1148 NS
fert*frec	6	24.43	4.07	1.25	0.2873 NS
fert*mel	9	20.51	2.27	0.70	0.7068 NS
frec*mel	6	11.00	1.83	0.56	0.7579 NS
fert*frec*mel	18	95.48	5.30	1.63	0.0679 NS
rep	2	2.71	1.35	0.42	0.6598 NS
Error	94	305.80	3.25		
Total	143	488.52			
CV	16.7 %				

GL= Grados de Libertad; rep= Repetición; fert= Fertilizante; frec= Frecuencia; mel= Melaza; NS= No Significativo; CV= Coeficiente de Variación.